

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение)

Серия Балтийская

Лист Q-(35), 36 – Апатиты

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МОРСКАЯ АРКТИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДочНАЯ
ЭКСПЕДИЦИЯ» (ОАО «МАГЭ»)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А. П. КАРПИНСКОГО»
(ФГУП «ВСЕГЕИ»)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение)

Серия Балтийская

Лист Q-(35), 36 – Апатиты

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

УДК 55(084.3М1000):528.94.065(470.22)

Астафьев Б. Ю., Богданов Ю. Б., Воинова О. А., Воинов А. С. и др.
Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб
1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Q-(35), 36 – Апатиты.
Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012.
436 с. + 5 вкл.

Дается описание стратиграфии, интрузивных, метаморфических и метасоматических образований центральной части Карело-Кольского региона, прилегающих районов Русской плиты и акватории Белого моря. Приведены сведения по тектонике и глубинному строению, геоморфологии, истории геологического развития, гидрогеологии и геоэкологии. Дано систематическое описание полезных ископаемых территории, рассмотрены закономерности их размещения.

В комплект Госгеолкарты входит компакт-диск с полным объемом авторских цифровых материалов.

Материалы объяснительной записки рассчитаны на широкий круг специалистов, интересующихся региональной геологией и полезными ископаемыми России.

Табл. 13, ил 24., список лит. 668 назв.

Авторы

*Астафьев Б. Ю., Богданов Ю. Б., Воинова О. А., Воинов А. С.,
Горбачевич Н. Р. Журавлев В. А., Ногина М. Ю., Парамонова М. С.,
Проскурин Г. Ю., Рыбалко А. Е., Семенова Л. Р., Суриков С. Н.,
Шкарубо С. И.*

Главный научный редактор *Ю. Б. Богданов*

Эксперты НРС: *Борисов Б. А., Иогансон А. К., Лопатин Б. Г.,
Петров Б. В., Солдатов О. Б.*

Рекомендовано к печати
НРС Роснедра 23 апреля 2010 г.

- © Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра), 2012
- © Открытое акционерное общество «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция» (ОАО «МАГЭ»), 2010
- © Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ»), 2010
- © Коллектив авторов и редакторов, 2010
- © Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012

ВВЕДЕНИЕ

Территория листа Q-36 с клапаном Q-35 – Апатиты расположена на Северо-Западе России между 64–68° с. ш.; западное ее ограничение проходит по Государственной границе с Финляндией, на востоке она ограничена 36° в. д. На северо-западе листа расположена акватория Белого моря. В административном отношении на территории листа располагаются Мурманская область и Республика Карелия, почти вся акватория моря принадлежит к Архангельской области. Крупнейшие города: Апатиты, Кировск, Мончегорск, Кандалакша, Ковдор, Кемь, Беломорск, Костомукша. Заселен район неравномерно. Основное население сосредоточено в промышленных центрах Карелии и Мурманской области. Все крупные населенные пункты находятся вблизи железных дорог или шоссейных магистралей. Города Кандалакша, Кемь, Беломорск являются морскими портами. В пос. Полярные Зори расположена Кольская АЭС. Около 30% территории находится за Северным полярным кругом.

Физико-географические условия территории резко различны в разных ее частях. Наиболее повышенными и сильно расчлененными являются северо-западные части территории; здесь же находятся Хибинские горы с абсолютными отметками до 1191 м, крупные озера – Имандра, Ковдозеро, Пяозеро, Топозеро и короткие, но многоводные реки.

Климат умеренно холодный, сочетает черты континентального и морского. Зима сравнительно мягкая со средними температурами января и февраля –14–16 °С, продолжительная, короткое прохладное лето с температурой 14–16 °С, среднегодовое количество осадков 400–500 мм, в горных районах до 1000 мм. Южные части территории относятся к зоне тайги и богаты лесами, преимущественно хвойными, северные – к лесотундре. Заболоченность района высокая: в Карелии болота занимают 18%, в Мурманской области до 30% территории.

Район является наиболее заселенным и промышленно освоенным из всех районов Российского Севера. Население размещается вдоль железных дорог и по побережью, с удалением от них заселенность резко падает. Характерным является максимальный удельный вес городского населения (от 70 до 96%), главным образом в крупных районных и промышленных центрах – Мончегорск, Апатиты, Кировск, Кандалакша, Беломорск, Костомукша. Население занято на предприятиях горнодобывающей промышленности, цветной металлургии, судоремонтно-строительных, рыбообработки, лесопильно-деревоперерабатывающих. Лесопромышленный комплекс занимает лидирующее положение. В сельском хозяйстве развито

картофелеводство, мясомолочное животноводство, птицеводство, пушное звероводство, рыболовство. В последнее десятилетие заполярный Кировск получил известность как центр горнолыжного спорта для Северо-Западного региона – здесь проводятся соревнования по фристайлу и слалому.

Геолого-геофизическая изученность листа в целом удовлетворительная. Почти для всей территории существуют изданные комплекты листов Госгеолкарты-200. Для Балтийского щита значительная часть листов издана в 1960-е годы, после чего, однако, были проведены крупномасштабные геологосъемочные, а также многочисленные научно-исследовательские и тематические работы. Для Республики Карелия и Мурманской области в 60-годы была составлена Госгеолкарта дочетвертичных образований м-ба 1:1 000 000 (первого поколения), в 1988 г. были созданы сводные геологические карты дочетвертичных и четвертичных образований м-ба 1:500 000 под редакцией В. Г. Гаскельберга. В 1996 г. **составлена геологическая карта м-ба 1:500 000 дочетвертичных образований Мурманской области под редакцией Ф. П. Митрофанова.** В 2003 г. был издан комплект карт и объяснительная записка листа Q-(35)–37 – Кировск ГТК-1000/2, в которой впервые был показан рифей в акватории Белого моря и проведена его граница с отложениями венда, отнесенного к платформенному чехлу. К настоящему времени карты четвертичных образований м-ба 1:200 000 составлены в комплекте второго поколения Госгеолкарты-200 – Q-36-III, IV (Л. Р. Семенова и др., 1993ф), Q-36-XV, XVI (М. А. Корсакова, 2000), Q-36-XXI, XXII (М. А. Корсакова, 2001), Q-36-XXVII, XXVIII (Г. А. Дударева, 2005ф).

Для территории листа имеется геофизическая основа, составленная на материалах банка GRAVIMAG ВИРГ–Рудгеофизикой и утвержденная 20.07.2000 г. **Территория суши на листе достаточно хорошо изучена профильными геофизическими исследованиями.** Имеется семь профилей ГСЗ и два профиля МОВ–ОГТ 1-ЕВ и 4-В, характеризующих всю земную кору.

Работу по сухопутной части листа Q-(35), 36 выполнил коллектив сотрудников отдела геологии и полезных ископаемых Западных районов ФГУП «ВСЕГЕИ». ФГУП «ВСЕГЕИ» выполнены прогнозно-минерогенические исследования, проведено опробование различных видов для определения состава пород, руд и минералов, определения радиологического возраста. При изучении четвертичных образований были выполнены палинологические (спорово-пыльцевой и диатомовый) исследования, гранулометрический 19-фракционный анализ, приближенно-количественный эмиссионный, геохронологические анализы (метод оптически стимулированной люминесценции). Эти работы были сконцентрированы преимущественно в пределах перспективных рудоносных структур. Комплексные работы по изучению четвертичных образований проводились на ключевых для понимания стратиграфии четвертичных пород и последовательности формирования ледниковых образований участках.

Морские работы по геологическому изучению акваторий выполнены сотрудниками МАГЭ. На акватории Белого моря проведены: сейсмические исследования МОГТ – 2000 км, МПВ – 400 км, непрерывное сейсмоакустическое профилирование – 5000 км, донный пробоотбор – 240 ст.

Сейсмические исследования дали информацию о строении коры до глубины 15–20 км.

Результаты этих работ, а также материалы новых гравиметрических, гидромагнитных съемок использованы для актуализации геофизической основы. Комплект актуализированной ГФО, представленный ОАО «МАГЭ» в среде ГИС ArcView, состоит из карт геофизических полей м-ба 1:1 000 000, их трансформаций и районирования м-ба 1:2 500 000, базы данных и объяснительной записки.

При составлении комплекта листа Q-(35), 36 ГК-1000 основой служил лист Q-(35)–37 – Кировск Госгеолкарты-1000/2, изданный в 2003 г. Были использованы также карты аномального магнитного поля и поля силы тяжести м-ба 1:1 000 000 опережающей геофизической основы. Анализ геофизической основы был использован при уточнении положения границ геологических тел, зон разломов, выделения тектонических блоков и составления тектонической схемы и схемы глубинного строения м-ба 1:2 500 000.

Подготовленный к изданию комплект листа Q-(35), 36 составлен с учетом проведенных в 2003–2008 гг. ОАО «МАГЭ» морских геолого-геофизических исследований. Для акватории на площади листа впервые составлены сводные структурные карты, отражающие строение осадочного чехла и поверхности фундамента с использованием на акватории сейсмических и сейсмоакустических данных. В результате создан полный комплект обязательных карт и схем, предусмотренных геологическим заданием и концептуально увязанный со смежным листом Q-37.

Комплект листа Q-36, (35) – Апатиты включает карты м-ба 1:1 000 000 – дочетвертичных образований; четвертичных образований; полезных ископаемых, закономерностей размещения полезных ископаемых, прогнозно-минералогическую на золото и платиноиды. В зарамочных частях карт приведены различные мелкомасштабные и обзорные схемы, иллюстрирующие особенности территории: тектоническая, глубинного строения, геоморфологическая, мощности четвертичных образований, метаморфизма и метасоматоза, эколого-геологическая, гидрогеологическая.

Объяснительную записку к комплекту Госгеолкарт-1000 листа «Кировск» составлял коллектив специалистов ОАО «МАГЭ» и ФГУП «ВСЕГЕИ». Авторы отдельных глав записки перечислены в оглавлении.

В геологическом отношении территория листа «Апатиты» располагается в области сочленения двух крупнейших геоструктур Восточно-Европейской платформы – восточной части Балтийского кристаллического щита, представленного преимущественно сложнодислоцированными и метаморфизованными породами архея–нижнего протерозоя и северо-западной части Русской плиты. Территория листов Q-35, 36 сложена преимущественно докембрийскими образованиями Балтийского щита. Их основные тектонические подразделения показаны на схеме тектонического районирования. В разрезе верхней части земной коры рассматриваемой территории, как и на всей Восточно-Европейской платформе, выделяются два структурных этажа (раннедокембрийский фундамент и осадочный чехол), разделенные на подэтажи.

Особенностью архея и протерозоя является существование различных типов разреза одного и того же регионального стратиграфического подразделения, отраженных в стратонах местных стратиграфических схем – свитах и сериях конкретных структур. Эта неоднородность строения и развития территории проявляется в формировании структурно-формационной зональности. Местные подразделения соотнесены с региональными, что позволило обосновать этапность развития территории.

Комплексы плутонических и метаморфических пород на площади листа «Апатиты» слагают Балтийский щит и его склоны. Основой определения времени возникновения комплексов являются геологические соотношения пород и определения их изотопного возраста. Региональный метаморфизм и метасоматоз являются эффективными индикаторами геологических процессов в докембрийской истории региона. Характерной особенностью региона является метасоматоз, происходящий в условиях регрессивной стадии метаморфизма, когда крупные порции растворов (метаморфогенных флюидов) вовлекаются в миграцию в зонах складчато-разрывных деформаций. По этой причине докембрийские метасоматические породы Балтийского щита значительно отличаются по составу и рудоносности от метасоматитов фанерозойских неметаморфизованных комплексов, где были описаны классические примеры метасоматических формаций. Именно в связи с ними многими исследователями прогнозируются нетрадиционные типы рудных объектов. В настоящее время авторами проекта выделено девять метасоматических комплексов, генетически связанных с процессами регионального метаморфизма, для которых характерно поликомпонентное оруденение (нередко геохимически контрастное), значительные масштабы переноса рудного вещества и множественные источники рудообразующих элементов.

На территории листа расположены уникальные среднепалеозойские образования ковдорского ультрамафит-фоидолит-карбонатитового комплекса и хибино-ловозерского комплекса фоидолитов-агпайтовых нефелиновых сиенитов. Комплекс представлен крупнейшими щелочными интрузиями мира – Хибинским и Ловозерским массивами, которые расположены в центральной части Кольского полуострова. К ковдорскому комплексу относится большинство щелочных ультрамафитовых интрузий Кольской щелочной провинции. Практически все они располагаются в пределах крупной зоны северо-восточного простирания, протягивающейся от Саланлатвинского и Ковдорского массивов на западе до района губы Ивановская на побережье Баренцева моря.

Почти вся территория листов Q-35, 36, кроме изолированных и ограниченных по площади участков водоразделов и речных долин, перекрыта с поверхности четвертичными образованиями. Мощность их чрезвычайно изменчива, обычно не более 10–15 м, во впадинах достигает 225 м. Образования среднего и верхнего звеньев неоплейстоцена представляют собой переслаивание ледниковых, межстадиальных (морских, озёрных) и интерстадиальных (морских, озёрных) отложений. Они перекрыты голоценовыми морскими, аллювиально-морскими, озёрными, озёрно-аллювиальными, аллювиальными, палюстринными и эоловыми осадками.

На территории листа проявлен многоэтапный и своеобразный тип мигративной эволюции региона от раннего докембрия до фанерозоя.

Крупнейшие или даже уникальные месторождения апатита, глиноземистого сырья, цветных и черных металлов, слюд, алмазов, редких и редкоземельных элементов образуют особый минерагенический комплекс. В этом регионе выделяются две металлогенические провинции – Русской плиты и Балтийского щита. Последняя включает в себя три субпровинции – Карельскую, Беломорскую и Кольскую, что совпадает с основными элементами тектонического районирования региона. Металлогенические зоны, показанные на карте полезных ископаемых, ограничивают территории, в пределах которых комплексно проявлены региональные факторы рудоносности. Основными из них для металлогенической провинции Балтийского щита являются: наличие металлогенически специализированных комплексов (осадочных, вулканогенных, интрузивных), служащих источником рудного вещества; наличие проницаемых структурных зон, служащих подводящими каналами для расплавов и/или флюидов; наличие рудоносных метасоматитов; полихронность рудообразования.

Проведена корреляция стратиграфических, магматических, метаморфических образований, процессов метаморфизма, метасоматоза и металлогеники, что отражает латеральную неоднородность развития территории и этапность ее геологического развития.

Сопровождающая база данных включает в себя следующие материалы, подготовленные ФГУП «ВСЕГЕИ»: геохронологические данные, данные по геолого-геофизической изученности, петрохимические и геохимические данные, данные по полезным ископаемым, данные разрезов четвертичных образований, паспорта учета перспективных объектов.

Кроме того, в базу входят материалы ОАО «МАГЭ».

Первичные графические, табличные и текстовые материалы: растровые фрагменты МОВ–ОГТ; растровые фрагменты НСАП; полевые описания скважин и станций донного опробования; литологические колонки по станциям донного опробования; результаты лабораторных анализов по станциям донного опробования; результаты геохимического анализа; результаты гранулометрического анализа; результаты минералогического анализа; результаты радионуклидного анализа; промеры глубин.

Графические приложения к материалам базы данных включают в себя: стратиграфические колонки по станциям донного опробования; сейсмические временные разрезы по профилям МОВ–ОГТ с геологической интерпретацией, 1 : 1 000 000.

Геолого-геофизическая изученность шельфа: сейсмические исследования на шельфе; сейсмоакустические исследования на шельфе; станции донного опробования.

Карты изученности и первичных материалов: карту сейсмической изученности м-ба 1 : 1 000 000; карту геолого-геофизической изученности м-ба 1 : 1 000 000; карту первичных материалов м-ба 1 : 1 000 000; физико-географическую карту м-ба 1 : 1 000 000; структурную карту поверхности дорифейского фундамента м-ба 1 : 1 000 000; статистическую обработку результатов лабораторных анализов по станциям донного опробования м-ба 1 : 5 000 000; схему изопакит рифейского осадочного чехла м-ба 1 : 2 500 000.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении площади листа принимают участие архейские, протерозойские и палеозойские образования, почти повсеместно перекрытые чехлом четвертичных образований. Особенностью докембрия региона является существование различных типов разреза одного и того же регионального стратиграфического подразделения, отраженных в стратонах местных стратиграфических схем – свитах и сериях конкретных структур.

Неоднородность строения и развития территории проявляется в формировании зональности трех порядков. Наиболее крупными структурно-вещественными подразделениями территории являются Балтийский щит, представленный в пределах России своей восточной частью – Карело-Кольским регионом, и Русская плита. Первый из них характеризуется преимущественным распространением на дочетвертичной поверхности кристаллических пород докембрия, образующих фундамент Русской плиты, а последняя – полого лежащими породами преимущественно палеозойского осадочного чехла. Эти подразделения являются современными элементами строения Восточно-Европейской платформы.

В пределах Балтийского щита подразделения второго порядка представлены структурно-формационными (СФО) или тектоническими областями, охватывающими значительные участки земной коры с самостоятельным типом развития в течение одного или нескольких циклов. Тектонические области показаны на схеме тектонического районирования территории листа.

Объединение в пределах СФО современных структур с одним и тем же типом разреза регионального подразделения позволило выделить структурно-формационные зоны (СФЗ). Они являются элементами строения третьего порядка и отражают крупные этапы в истории геологического развития и латеральную неоднородность в пределах СФО. Кроме осадочно-вулканогенных образований, они могут включать и плутонические породы, тесно связанные с формированием вулканогенных комплексов. В этом случае выделяются вулканоплутонические ассоциации пород. Структурно-формационная зональность показана на схемах размещения СФЗ и схеме корреляции геологических образований, помещенных в зарамочном пространстве к карте, и учтена в легенде.

Основным картографируемым объектом докембрийских осадочно-вулканогенных образований на Госгеолкартах-200 являются свиты или их части, апробированные в сводных легендах Кольской и Карельской серий

листов. Для докембрия листа «Апатиты» основным объектом изображения являются серии. Это связано как с изменением масштаба карты, так и ее содержания. В соответствии с требованиями Стратиграфического кодекса [459] серия объединяет две или более согласно залегающие свиты и отражает значительный этап развития крупной структуры или структурной зоны. Серии разделены существенными перерывами и (или) несогласиями. В соответствии с принятой стратиграфической схемой нижнего докембрия Карело-Кольского региона выделены горизонты и надгоризонты, которые имеют корреляционное значение, и их объемы в значительной мере отражают современную степень стратиграфической изученности [388].

Стратифицированные образования нижнего докембрия образуют изолированные структуры с разными типами разрезов и лишены палеонтологических остатков. Сказанное не позволяет использовать для корреляции местных подразделений палеонтологические данные, особенности состава и строения разрезов. Поэтому важнейшим методом сопоставления местных стратонев выступает определение изотопного возраста пород. Однако необходимо учитывать, что значения возрастов могут быть омоложены при нарушении **U-Pb системы под воздействием процессов регионального метаморфизма и ультраметаморфизма**. Принятая в Объяснительной записке корреляция стратиграфических подразделений, показанных на карте, отражена в табл. 1 (для позднего архея) и табл. 2 (для нижнего протерозоя). Показанные стратонев увязаны с Общей стратиграфической шкалой нижнего докембрия России, утвержденной в 2001 г. [389].

При составлении легенды к карте четвертичных образований основными методами корреляции были палинологические и геохронологические.

АРХЕЙ

ВЕРХНИЙ АРХЕЙ (ЛОПИЙ)

Супракристалльные образования верхнего архея на территории листа относятся к хаутоварскому и гимольскому надгоризонтам [568], отвечающим соответственно среднему и верхнему лопию (табл. 1).

СРЕДНИЙ ЛОПИЙ

Хаутоварский надгоризонт

В соответствии с принятой серийной легендой в составе хаутоварского надгоризонта выделены супракристалльные образования нялмозерского и рокковского горизонтов, впервые показанные на Госгеолкарте-1000 листа «Кировск» [156]. На смежном с юга листе Р-(35)-36 – Петрозаводск породы нялмозерского горизонта залегают в основании разреза среднего лопия и обладают изотопным возрастом, превышающем 2900 млн лет. На листе «Апатиты» столь древние изотопные датировки изотопного возраста не получены. Породы этого горизонта располагаются в зоне термального воздействия позднекарельского метаморфизма [59, 480], что привело,

вероятно, к нарушению U-Pb изотопной системы в цирконах и омоложению изотопного возраста.

Нялмозерский горизонт. На территории листа образования этого горизонта представлены породами охтинской толщи и верхнеозерской свиты.

Охтинская толща (LP₂^o) [155, 436] распространена в бассейне р. Нижняя Охта на северо-восточном крыле Лехтинской структуры и характеризует низ разреза Пибозерской СФЗ. В основании толщи в среднем течении р. Нижняя Охта обнажаются грубополосчатые биотит-амфиболовые и амфиболовые гнейсы, перекрывающие лейкократовые биотитовые гранито-гнейсы. В истоке р. Нижняя Охта массивные мелкозернистые амфиболиты налегают на лейкократовые среднезернистые микроклин-плагиоклазовые граниты. Выше по разрезу развиты массивные амфиболиты иногда с реликтовой миндалекаменной текстурой и шаровой отдельностью. В верхней части разреза обнажаются амфиболовые порфиробластические породы с отдельными крупными вкрапленниками плагиоклаза. По составу амфиболиты отвечают толеитовым базальтам, порфиробластическая амфиболовая порода – андезитами. Охтинская толща структурно несогласно перекрыта пибозерской серией [110]. Мощность толщи 1600–1800 м.

Под общим индексом с охтинской толщиной на карте изображена тесно с ней связанная толща (800–900 м) лейкократовых биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсов и полевошпатовых сланцев, хотя, вероятно, она занимает более высокое стратиграфическое положение. Изредка в породах отмечается тонкая параллельная слоистость(?), наблюдается мелкий гранат, очень редко – единичные таблитчатые выделения полевого шпата. В толще выделяются маломощные протяженные пласты амфиболитов и амфиболовых гнейсов по основным метавулканитам(?). Возраст полевошпатовых порфиробластических амфиболитов охтинской толщи, определенный U-Pb методом SRIMP-II по цирконам, составляет 2799 ± 17 млн лет, равен возрасту подстилающих гранитов [314] и скорее всего является омоложенным.

Верхнеозерская свита (LP₂^{vo}) выделена Н. А. Волотовой [118], обладает максимальной мощностью 2500 м, распространена в Северной Карелии от оз. Толванд (на севере) до оз. Поньгома (на юге). Она входит в состав Керетской СФЗ и участвует в строении Тикшеозерского зеленокаменного пояса (ЗКП). Свита облекает с севера и востока Поньгомский выступ, сложенный гнейсо-плагиогранитами. Современные представления о строении свиты изложены в работах В. Н. Кожевникова [22], А. И. Слабунова [429, 431] и других исследователей. М. А. Корсакова с соавторами [246, 247] включает её в состав тикшеозерской серии. Нижняя граница свиты неясна в связи с интенсивной гранитизацией.

Собственно верхнеозерская (верхнекумозерская – по А. И. Слабунову) свита в низах разреза [22] в Хизоварской структуре содержит афанитовые, частью амфиболизированные и хлоритизированные серпентиниты, сланцеватые амфиболиты с прослоями карбонат-актинолит-хлоритовых, куммингтонит-антофиллитовых сланцев. С постепенным переходом они сменяются гранатовыми, гранат-полевошпатовыми, диоксид-гранатовыми амфиболитами, чередующимися с гранат-эпидот-роговообманковыми, гранат-цоизит-пироксеновыми, скаполит-цоизит-пироксен-роговообманко-

Корреляция местных разрезов лопия основных структур разных СФЗ на территории листа «Апатиты» (возраст пород в млн лет)

Общая шкала		Региональная схема		стадии развития	Карельская СФО						Кольская СФО					
эпоха	эра	надгоризонт	горизонт		Гимольская СФЗ - 6		Шуезерско-Парановская СФЗ - 8	Панаярвинская СФЗ - 7	Шуезерско-Парановская СФЗ - 8	Тикшеозерская (Керетьская) СФЗ-5	Имандра-Южноварзугская СФЗ - 10	Кейвская СФЗ - 11				
эпоха	эра	надгоризонт	горизонт		Костомукшская*	Суоярвско-Куйтозерская*	Шомбозерская*, Парановская*	Панаярвинская*	Лехтинская* (р-н оз. Воронье)	Кукаозерская*	Имандра-Варзугская* (Примандровский р-н)	Кейвская*				
Верхнеархейская / лопийская LP	Верхнелопийская LP ₃	Гимольский	2800	Третья	Гимольская серия 2490 м Сурлампинская свита Костомукшская свита Слой конгломератов	Гимольская серия 1700 м IV толща 2730 III толща II толща I толща	Хвенлампинская серия 2500 м Унгудская свита 2427 ? Ккуневская свита	Серия алагало 750 м Мянтютунтинлампинская свита	Авенлампинская серия 3000 м Тунгудская свита 2720 Окуневская свита	Визаварская свита > 600–1100 м 2652	Имандровская серия 3400 м Арваренческая свита 2700 Витегубская свита Кислогубская свита 2718? (галька из конгломерата 2807)	Кейвская серия < 500 м Червуртская свита				
													Костомукшская СФЗ - 1	Парановская СФЗ - 2	Пибозерская СФЗ - 4	Тикшеозерская (Керетьская) СФЗ-5
													Костомукшская*	Шомбозерская*, Парановская*	СВ крыло Лехтинской*	Тикшеозерский ЗКП
Верхнеархейская / лопийская LP	Среднелопийская LP ₂	Хаутоварский	2900	Вторая	Контокская серия 3000 м Рувинварская 2843 и Шурловарская свиты 2795, 2801 Ниemiaрвинская свита** 2808 **	Парановская серия 1250 м Сумская свита 2807 Кочкомская свита	Парановская серия 1250 м	Пибозерская серия 4250 м Авнереченская свита 2802 Хизиярвинская свита 2820 Вороньеозерская свита Морозноозерская толща 1500 м	Тикшеозерская серия 3450 м Тела дацитов – 2805 Челозерская свита Ириногорская 2820 (хизоварская 2873) свита	Верхнеозерская свита 2500 м > 2877						
													Охтинская толща 1600–2700 м			

Методы определения изохронного возраста: 2945 – U-Pb по цирконам; 2820 – Sm-Nd по породе и минералам; * – названия структур; ** – изотопный возраст базитов + коматитов отмеченных свит. Жирным шрифтом даны названия подразделений, показанных на Гостгеолкарте листа «Апатиты». СФЗ – структурно-вещественные зоны. ЗКП – зеленокаменные пояса.

~~~~~ стратиграфические перерывы и несогласия. 1500 м – максимальная мощность разреза в метрах.

Корреляция местных разрезов карелия основных структур разных СФЗ на территории листа «Апатиты» (возраст пород в млн лет)

| Общая шкала                         | Региональная схема               | Карельская СФО                             |                                             |                              |                                                                                                  |                                |                            |                                                        |                                                             | Кольская СФО                                                                                     |                                    |                             |                                                        |                          |                                                        |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                     |                                  | Сводный разрез Сегозерской СФЗ - 12        | Шомбозерская СФЗ - 14                       |                              | Соваярвинская СФЗ - 13                                                                           |                                | Лехтинская СФЗ - 14        |                                                        | Кукаозерская СФЗ - 16                                       | Куоляярвинская СФЗ - 18                                                                          |                                    | Колвицкая СФЗ - 17          | Имандра-Варзугская СФЗ - 21                            |                          |                                                        |
| Эпоха                               | Эра                              | Надгоризонт                                | Шомбозерская*                               |                              | Панаярвинская*                                                                                   |                                | Лехтинская*                |                                                        | Кукаозерская*                                               | Куоляярвинская*                                                                                  |                                    | Кандалакшско-Колвицкая*     | Имандра-Варзугская*                                    |                          |                                                        |
| Нижнепротерозойская / карельская KR | Верхнекарельская KR <sub>2</sub> | Вепсийский KR <sub>2</sub> <sup>3</sup>    |                                             |                              |                                                                                                  |                                |                            |                                                        |                                                             |                                                                                                  |                                    |                             |                                                        |                          |                                                        |
|                                     |                                  | Калевийский KR <sub>2</sub> <sup>2</sup>   |                                             |                              |                                                                                                  |                                |                            |                                                        |                                                             |                                                                                                  |                                    |                             |                                                        |                          |                                                        |
|                                     |                                  | Людиковийский KR <sub>2</sub> <sup>1</sup> |                                             |                              |                                                                                                  |                                |                            |                                                        |                                                             |                                                                                                  |                                    |                             |                                                        | Гайкольская свита 1500 м |                                                        |
|                                     | Нижнекарельская KR <sub>1</sub>  | Ятулийский KR <sub>1</sub> <sup>3</sup>    | Янгозерская свита (сегозерская серия) 900 м | Летнеозерская серия 2240 м   | Вильямламбинская, юляозерская, мурдоламбинская, машозерская, риговаракская, шурловаракская свиты |                                | Куоляярвинская серия 940 м | Орхямьярвинская, нилуттиярвинская, ниваярвинская свиты | Летнеозерская серия 3005 м                                  | Вильямламбинская, юляозерская, мурдоламбинская, машозерская, риговаракская, шурловаракская свиты | Кукаозерская свита 950 м           | Куоляярвинская серия 2960 м | Юрхямьярвинская, нилуттиярвинская, ниваярвинская свиты |                          | Умбинская свита 2450 м                                 |
|                                     |                                  | Сариолийский KR <sub>1</sub> <sup>2</sup>  | Шуэзерская серия (?)                        | Селецкая свита (более 700 м) | Шуэзерская серия 1150 м                                                                          | Вермаская (пайозерская?) свита |                            | Сиеппиярвинская серия 1100 м                           | Олангская, онтонламбинская свиты (галька конгломерата 2440) | Шуэзерская серия 1150 м                                                                          | Вермаская 2412 пайозерская свита   |                             | Полисарская свита до 700 м                             |                          |                                                        |
|                                     |                                  | Сумийский KR <sub>1</sub> <sup>1</sup>     |                                             | Сондальская свита (до 500 м) | ЮЗ крыло                                                                                         | СВ крыло                       | Ожиярвинская свита – 820 м |                                                        | Минаварская свита 450 м 2432                                |                                                                                                  | Ожиярвинская свита 730 м 2440–2455 |                             | Кандалакшская толща > 800 м 2467                       | Стрельнинская серия 4900 | Сейдореченская свита 2428–2423<br>Кукшинская свита (?) |

Метод определения изотопного возраста: 2410 – U-Pb метод по цирконам; 1765 – рубидий-стронциевый метод по породе и минералам.

Жирным прямым шрифтом выделены названия подразделений, показанных на Госгеолкарте листа «Апатиты», курсивом – выделенные впервые; \* – названия структур.

~ несогласия и перерывы. 500 м – максимальная мощность разрезов в метрах.

выми кристаллическими сланцами. Выше по разрезу наблюдаются гранат-амфибол-плагиоклазовые и эпидот-хлорит-куммингтонитовые кристаллосланцы (по ферробазальтам). В породах видны реликтовые шаровая, лавобрекчиевая, агломератовая, слоистая текстуры и структуры спинифекс. По химическому составу они отвечают толеитовым базальтам, реже андезитобазальтам, базальтовым, пирксенитовым и перидотитовым коматитам и их туфам. Мощность лавовых потоков 3–10 м, прослоев туфов – 0,5–2,5 м.

Верхняя часть свиты образована гранат-полевошпатовыми амфиболитами, биотит-амфиболовыми и эпидот-гранат-амфиболовыми плагиосланцами с многочисленными текстурами и структурами метаэффузивов андезитового и андезит-дацитового составов. Средние и кислые (от метаандезитобазальтов до метариолитов) металавы и субвулканические тела составляют большую часть верхов разреза свиты. Изотопный возраст кислых металав в Хизоварской структуре – составляет  $2775 \pm 5$  млн лет [63], а в Керетском зеленокаменном поясе – составляет 2877 млн лет. Этот возраст является сильно дискордантным, что вероятно связано с нарушением U-Pb системы в протерозое [59] и может рассматриваться как минимальный. Изотопный возраст субвулканических тел – 2829 млн лет [434].

**Рокковский горизонт.** В этом горизонте на территории листа в Карельской СФО выделены серии – пезозерская, тикшеозерская, парандовская и контокская. В качестве опорного принят разрез пезозерской серии (Пезозерская СФЗ).

**Пезозерская серия (LP<sub>2</sub><sup>pb</sup>).** Начинается разрез пезозерской серии породами морозноозерской толщи (~1500 м) [69]. Она трансгрессивно перекрывает амфиболовые породы охтинской толщи, а также биотитовые гнейсы и сланцы, граниты и гнейсограниты, однако непосредственные соотношения ее с подстилающими породами не обнажены. Нижняя часть толщи сложена биотитовыми, иногда с гранатом и ставролитом гнейсами и сланцами. В сланцах выделяется маломощный горизонт кварцитовидной породы.

В районе оз. Морозное разрез начинается горизонтом полимиктовых конгломератов, залегающих на амфиболитах охтинской толщи и содержащих обломки амфиболитов, гнейсов, плагиогранитов, диоритов. Количество обломков гранитоидов достигает 30% от общего количества галек. Конгломераты разделены слоями тонкослоистой амфиболовой породы, изредка содержащей маломощные прослои кварцитовидных пород, или линзами мелкогалечных конгломератов и перекрыты преимущественно слоистыми биотитовыми, гранат-биотитовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами с единичными прослоями кварцитовидных пород и ставролитовых гнейсов. Для этой части разреза характерны маломощные выдержанные по простиранию горизонты ортоамфиболитов. Завершается разрез толщи переслаиванием (часто ритмичным) гранат-ставролитовых, гранат-кианит-ставролитовых, кианитовых, гранат-биотитовых, реже биотитовых гнейсов мощностью до 300 м.

Выше по разрезу в пезозерской серии выделяются породы трех свит (снизу вверх): вороньезерской, хизиярвинской и авнереченской [69].

Вороньезерская свита (1500 м) выделена В. И. Робоненым [405], сложена биотитовыми, двуслюдяными, плагиосланцами, в низах разреза

имеющих слой осадочных брекчий с линзами полимиктовых конгломератов, содержащих обломки подстилающих пород охтинской толщи и тоналитов–плагиогранитов. В верхней части разреза более широко распространены биотит-хлоритовые, иногда с плагиоклазом, сланцы, кварцитовидные мусковитовые сланцы и один-два пласта кварц-мусковитовых сланцев. Вблизи верхнего контакта свиты также выделяется горизонт метаосадочных брекчий с линзами полимиктовых конгломератов. Обломки в них преимущественно представлены округлыми фрагментами сланцев этой свиты и гальками плагиогранитов. Для разреза свиты типичны маломощные протяженные пласты амфиболитов, часть из которых, вероятно, является покровами базальтов. В верхах разреза свиты, возможно, содержится горизонт кислых метавулканитов.

Хизиярвинская свита (около 2000 м) согласно с резким контактом, возможно с размывом, лежит на подстилающих сланцах. В низах разреза она образована преимущественно амфиболитами (иногда миндалекаменными) по базальтам и слоистыми амфиболитами по их туфам. Среди метатупфов выявлены два прослоя полевошпатовых кварцитов, мощностью до 2,5 м. В средней части её разреза обнажаются порфиробластические амфиболиты и амфиболовые гнейсы (по андезитам и андезибазальтам) с реликтами вкрапленников плагиоклаза и с редкими прослоями кислых слюдяных сланцев. Завершается разрез свиты толщей амфиболитов по основным эффузивам. Возраст metabазальтов хизиярвинской свиты, определенный U-Pb изохронным методом по цирконам, равен 2820 млн лет [281].

Авнереченская свита (не менее 750 м) отличается весьма пестрым составом. Она образована слюдисто-полевошпатовыми (лептитовыми), гранат-биотитовыми плагиосланцами по кислым вулканитам и их туфам, порфиридами с вкрапленниками кварца и (или) полевого шпата, горизонтами амфиболитов, грюнерит-кварц-магнетитовыми кварцитами и кварц-грюнеритовыми сланцами, линзами хемогенных карбонатно-кремнистых пород. Все эти породы грубо переслаиваются друг с другом и образуют слои мощностью до 15 м. В разрезе свиты также наблюдаются тонко переслаивающиеся филлитовидные слюдисто-графитистые и слюдяно-кварцевые песчаниковидные сланцы. Изотопный возраст лептитов, определенный U-Pb изохронным методом по цирконам, близок к 2802 млн лет [247, 282]. С перерывом и несогласно породы серии перекрыты вулканитами ахвенлампинской серии гимольского надгоризонта.

Тикшеозерская серия ( $LP_2^{tk}$ ) выделена Л. Я. Харитоновым [484], её характеристика дается по материалам В. Н. Кожевникова [22], А. И. Слабунова [429, 431] и других исследователей. Разрез серии в Керетьской СФЗ начинается хизоварская свита (около 1000 м), наиболее детально изученная в Хизоварской структуре. В районе оз. Верхнее на северо-восточном крыле структуры она залегает на верхнеозерской свите со стратиграфическим (кора выветривания) несогласием. В её основании выделяется пачка кварцитов (7–40 м), в низах которой обнажаются кварцевые конгломераты, выше сменяющиеся гравелитами. Верхняя часть пачки сложена горизонтально- и косослоистыми кварцитами и мусковит-кварцевыми сланцами иногда с полевым шпатом.

Непосредственно на кварцитах залегает грубослоистая пачка (300–400 м) кислых амфибол-биотитовых сланцев, перекрытых углеродсодержащими кварц-мусковитовыми сланцами. Выше них лежит слой грубого чередования массивных лептитов (кислые лавы?), сланцев с брекчиевой текстурой (лавобрекчии?) и пород с тонкой градиационной слоистостью. Пачка содержит прослой графитовых (до 7,6%), кварц-полевошпат-кианит-слюдистых сланцев.

С постепенным переходом следующая пачка (около 100 м) залегает на описанных выше породах. Она состоит из ритмичнослоистых (мощность ритмов до 1 м), редко с косою слоистостью, пород. Низы ритмов (до 10 см) сложены меланократовой амфиболовой породой, средняя более мощная часть ритмов образована тонко-ритмичнослоистой кварц-полевошпат-слюдистой породой, верхняя (до 1 см) – обогащена кианитом. В амфиболитах по основным метаэффузивам в районе горы Шаривара определен возраст цирконов методом SHRIMP, равный  $2873 \pm 36$  млн лет.

На юго-восточном крыле Хизоварской структуры на метавулканитах верхнеозерской свиты залегает толща грубопараллельнослоистых метатерригенных пород с единичными маломощными прослоями магнетит-роговобманково-грюнеритовых кварцитов и кварц-гранатовой породы [22]. В южной части структуры в ней присутствуют линзы полимиктовых конгломератов с галькой плагиогранитоидов. В разрезе установлены покровы метабазальтов и силлы основного состава. Завершается толща конгломератами, несогласно лежащими на подстилающих породах и содержащими обломки дацитов, риолитов и кварца.

Соотношения разреза этого крыла структуры с разрезом оз. Верхнее являются дискуссионными. Эти толщи с конгломератами прослеживаются к северу в район гор Винча, Ирингора и озер Кичаны [46]. В этом районе они выделены в составе ириногорской свиты. В этой свите (2150 м) Н. Ф. Демидов [179] выделил три пачки. Нижняя из них наиболее широко распространена в районе горы Рябовара [436] и представлена мелкозернистыми тонкослоистыми гранат-биотитовыми (иногда с кианитом), биотит-амфиболовыми гнейсами местами с «пятнистой» текстурой, двуслюдяными гнейсами и маломощными горизонтами амфиболитов, образованными по полимиктовым алевролитам, алевропелитам и грауваккам [312]. На западном берегу оз. Еловое вскрыт контакт свиты с породами верхнеозерской свиты [246]. Контакт представлен зоной переслаивания мощностью до 4 м гранатовых амфиболитов с гранат-биотитовыми, двуслюдяными и биотит-плагиоклазовыми сланцами.

Средняя пачка обнажается на склонах горы Винча, фрагментарно прослеживается к северо-западу от неё до р. Пудос и наблюдается также на горе Ивангора. Она сложена мелкозернистыми биотит-серицито-кварцевыми, гранатсодержащими сланцами, прослоями кианит-гранат-биотитовых гнейсов иногда со слойками графита, ставролитовых кварцитов. В средней пачке существенную роль играют метаморфизованные алюмокремнистые породы. Можно полагать, что они возникли либо по глинистым отложениям, либо по хемогенным осадкам [22].

Верхняя пачка наиболее детально изучена между озерами Кукас–Челозеро–Нотозеро и на северном берегу оз. Иринозеро. Представлена пачка среднезернистыми биотит-кварц-полевошпатовыми сланцами с гранатом, мусковитом, иногда кианитом. Она содержит также прослой кварцевых и полимиктовых конгломератов. По данным М. А. Елисеева [199] и В. Н. Кожевникова [22], верхняя пачка образована метаосадками, туфами, лавами дацитов и риолитов с реликтами порфировых и миндалекаменных текстур, внутриформационными конгломератами с обломками преимущественно кислых лав и маломощными горизонтами метабазальтов и базальтовых коматиитов. Для пород свиты получен U-Pb изохронный возраст цирконов, близкий к  $2820 \pm 31$  млн лет [60]. Возраст метаморфогенных цирконов из андезитов хизоварской свиты равен  $2778 \pm 21$  млн лет [63, 433].

Завершающая разрез тикшеозерской серии челозерская свита (300 м) сохранилась только в ядерной части Хизоварской структуры, а также на горах Винча, Ирингора и Ивангора. Она залегает несогласно на породах верхней части разреза хизоварской свиты, непосредственные контакты тектонизированы. В ее разрезе наиболее широко распространены гранатовые и полевошпатовые амфиболиты с подчиненной ролью гранат-амфиболовых, биотит-амфиболовых, биотит-хлорит-актинолитовых плагиосланцев.

По находкам первичных текстур амфиболиты являются метаморфизованными эффузивами, сланцы – туфами. Лавы образуют потоки, мощностью от нескольких до 100 м. В верхней части разреза потоки металав разделены горизонтами туфов, мощностью от первых сантиметров до первых метров. Металавы по составу отвечают базальтам, ферробазальтам, базальтовым, реже пироксенитовым коматиитам. В Хизоварской структуре породы свиты прорваны дайками дацитов и риолитов, изотопный возраст которых, полученный U-Pb изохронным методом по цирконам, равен  $2805 \pm 42$  млн лет [22]. Приведенный в работах [433, 434] возраст порфировидных андезибазальтов челозерского комплекса  $2753 \pm 13$  млн лет, по видимому, отвечает возрасту лопийского регионального метаморфизма.

П а р а н д о в с к а я с е р и я ( $LP_2^{pr}$ ) выделена Л. Я. Харитоновым [484]. Распространена в Лехтинской, Шомбозерской и в ряде более мелких структур Карелии Парандовской СФЗ. Всеми исследователями она коррелируется с пезобозерской серией, однако отличается от последней отсутствием мощной толщи терригенных пород в основании.

Опорный разрез серии расположен в пределах Парандовского месторождения [424] у южной рамки листа «Апатиты». Здесь, по В. И. Робонену, выделяются три толщи, нижняя из которых (до 350 м) сложена слюдяными и амфиболсодержащими сланцами по туфам и туффитам дацитов и андезидацитов, кремнистыми сланцами (туффитами), графитистыми сланцами и хемогенными кварцитами. Средняя толща (600 м) преимущественно образована амфиболлизированными диабазами, мощность потоков в которых достигает 25–30 м. Некоторые потоки лав разделены горизонтами туффитов, известняков, известковистых кварцитов, графитистых сланцев. Верхняя толща (до 300 м) состоит из чередующихся слоев гранатовых амфиболитов, карбонатных пород, слюдяных графитистых сланцев, слюдяных кварц-полевошпатовых сланцев по дацитам и полевошпатовым амфиболитам.

Несколько по-иному выглядит разрез серии по С. Н. Юдину. В его основании залегает кочкомская свита (аналог нижней толщи), нижняя подсвета вышележащей сумской свиты сопоставляется со второй толщей, а средняя и верхняя подсветы этой свиты аналогичны третьей толще. Завершается разрез серии, по мнению С. Н. Юдина, кварц-серицитовыми, кварц-биотитовыми, кварц-амфиболовыми сланцами по туфам риодацитов, дацитов, порфиритами, графитсодержащими гранат-амфиболовыми и филлитовидными сланцами индельской свиты (около 500 м). Однако не исключено, что эти образования возникли по толще кислых вулканитов карелия.

По устному сообщению О. А. Левченкова и Ю. Б. Богданова, дискордантный возраст цирконов из лептитов парандовской серии в районе месторождения равен 2807 млн лет.

Контокская серия (LP<sup>2</sup>kn) впервые выделена В. Я. Горьковцем. Образует Костомукшскую СФЗ; наиболее полный ее разрез описан в Костомукшской структуре [133]. В составе серии выделяется три свиты (снизу вверх): ниemiaрвинская, шурловарская и рувинварская [399].

Ниemiaрвинская свита (до 1300 м) с резким контактом лежит на гнейсах и гранитогнейсах. Наиболее широко в ее разрезе распространены метавулканиты основного состава с характерным потоковым строением. Среди них выделяются подушечные, реже массивные и миндалекаменные разности пород. Менее широко представлены магнетитсодержащие полосчатые кварциты, образующие линзовидные тела мощностью 1,5–3 м и протяженностью до первых сотен метров. Как правило, они приурочены к слоям гранат-полевошпат-амфиболовых сланцев, реже метабазальтов. Крайне незначительно развиты хлорит-тремолитовые, хлорит-актинолитовые сланцы по туфам(?) коматиитов, представляющие собой интенсивно рассланцованную породу серовато-зеленого цвета.

Шурловарская свита (до 600 м) согласно перекрывает породы ниemiaрвинской свиты. В её разрезе наибольшим распространением пользуются кислые метавулканиты, представленные порфировидными кварц-плагиоклазовыми гнейсами, слоистыми мусковит-кварц-плагиоклазовыми сланцами часто с брекчиевидной текстурой. Менее широко распространены слоистые углеродсодержащие слюдястые сланцы, образующие прослойки мощностью 2–10 м и прослеженные по простиранию на сотни метров. Углеродистое вещество (неполнокристаллический и скрытокристаллический графит) равномерно распределено в породе или образует тонкие слойки (около 1 мм), его содержание достигает 2–4,4%. Неяснослоистые магнетитовые сланцы и отчетливо полосчатые магнетитовые кварциты приурочены к верхам разреза, где образуют пласт мощностью 100–150 м, прослеженный по простиранию на 20 км. Магнетитовые кварциты образуют слои мощностью 1,5–10 м и представлены биотит-грюнерит-магнетитовыми, актинолит-магнетитовыми, грюнерит-магнетит-биотитовыми, магнетит-биотит-роговообманко-грюнеритовыми разновидностями иногда с гранатом.

Рувинварская свита (1100 м) отличается широким развитием метавулканитов основного и ультраосновного составов, с резким согласным контактом лежащих на породах шурловарской свиты. Среди основных

метавулканитов выделяются подушечные, миндалекаменные, массивные разновидности и лавобрекчии, образующие хорошо выраженные лавовые потоки. Около 20% от объема свиты приходится на долю метаэффузивов ультраосновного состава (коматиитов), преимущественно тяготеющих к верхам разреза и переслаивающихся с горизонтами основных лав. Метакоматииты представлены хлорит-серпентиновыми, тремолитовыми, хлорит-тремолитовыми, актинолитовыми, биотит-актинолитовыми и тальк-хлоритовыми породами, в которых наблюдаются реликты автобрекчий, массивных и подушечных лав, структур спинифекс. Подчиненно развиты слоистые туфы и туфобрекчии и субвулканические тела коматиитов. Мощность потоков лав ультраосновного состава 8–30 м, они разделены горизонтами туфов. Крайне незначительно распространены слюдястые углеродсодержащие, биотит-кварц-полевошпатовые сланцы биотит-грюнерит-роговообманковые кварциты. Они образуют маломощные быстро выклинивающиеся линзовидные тела и занимают не более 0,2% объема свиты. Для метавулканитов шурловарской свиты изохронным U-Pb методом определен возраст циркона  $2795 \pm 10$  млн лет; изохронным Sm-Nd методом получен возраст базальтов и коматиитов серии  $2808 \pm 95$  млн лет [290]. Для аналогичных пород рувинварской свиты этим же методом получен возраст  $2843 \pm 39$  млн лет [550].

## ВЕРХНИЙ ЛОПИЙ

### Гимольский надгоризонт

В состав гимольского надгоризонта входят гимольская, ахвенлампинская (отнесена к верхнему лопию условно), алатало, имандровская, кейвская серии, а также визаварская свита.

Гимольская серия (LP<sub>3g</sub>), выделенная впервые К. К. Хазановичем [482], распространена в одноименной СФЗ и образует терригенный (Костомукшская структура) и терригенно-вулканогенный (Нюкозерско-Хедозерская структура) типы разреза, соотношения которых остаются не ясными. Считается, что гимольская серия является опорным разрезом верхнего архея Карело-Кольского региона. Для терригенного типа разреза гимольской серии опорным районом считается Костомукшская структура, в которой она с корой выветривания в основании перекрывает породы контоксской серии хаутоварского надгоризонта. В этой структуре серия разделена на три свиты (снизу вверх): суккозерскую, костомукшскую и сурлампинскую [399]. В то же время опорным разрезом суккозерской свиты считается район пос. Суккозеро на листе Р-36 [493], где она завершает разрез гимольской серии [483]. В связи со сказанным в тексте не используется название суккозерской свиты. Описание разреза дано по материалам М. Б. Раевской, В. И. Горьковца и других исследователей [399].

В основании разреза серии обнажается слой (20–50 м) полимиктовых конгломератов и метаграувакк. Метаграувакки представлены биотит-полевошпат-амфиболовыми сланцами с параллельной слоистостью, содержащими обломки (до 10%) подстилающих основных и кислых метаэффузивов.

На них залегают пласт конгломератов (30–50% обломков) с гальками, преимущественно риодацитов (до 60%) контоксской серии. Обломки пород основного состава приурочены только к низам пласта вблизи контакта с основными породами. Редкие обломки кварцитов аналогичны кварцевым прослоям из подстилающих магнетитовых кварцитов. В конгломератах встречены единичные гальки плагиогранита. Цемент в низах пласта конгломератов преимущественно представлен амфибол-биотит-полевошпатовым сланцем, вверх по разрезу он меняется на биотит-кварцевый сланец с гранатом и реликтовой псаммитовой структурой (метапесчаник).

Костомукшская свита (80–1140 м) перекрывает слой конгломератов и является продуктивной. В низах её разреза распространены переслаивающиеся кварц-биотитовые и биотит-кварцевые сланцы, углерод- и сульфид-содержащие биотит-кварцевые сланцы, биотитовые и железистые кварциты. Верхняя часть свиты отличается появлением ритмичной (флишоидного типа) слоистости и присутствием в сланцах граната и ставролита. В этой части разреза выделяется три пласта железистых кварцитов, из которых верхний пласт обладает наибольшей мощностью и высоким содержанием магнетита.

Сурлампинская свита (100–1300 м), завершающая разрез серии, отличается развитием ритмичнослоистых (флишоидных) биотит-кварцевых, биотит-полевошпат-кварцевых, кварц-биотитовых с гранатом и псевдоморфозами по ставролиту сланцами и редкими маломощными прослоями силикатных магнетитсодержащих кварцитов. Разрез гимольской серии Костомукшской структуры прорван дайками плагиопорфиров, изохронный возраст циркона которых получен U-Pb методом и равен  $2707 \pm 31$  млн лет [290].

В восточной части СФЗ в Ньюкозерско-Хедозерской структуре гимольская серия представлена терригенно-вулканогенной ассоциацией пород [48, 155]. Низы серии редуцированы гранитами лопийского возраста. Видимая часть разреза начинается толщей I (100 м) мелкозернистых биотитовых гнейсов неопределенного генезиса. Они сменяются толщей II (более 800 м) биотитовых, амфибол-биотитовых, гранат-биотитовых, ставролит-гранат-биотитовых гнейсов, содержащих маломощные прослои гранатитов, магнетитовых кварцитов и амфиболитов. «Ржавые» биотитовые гнейсы и породы с гранатом, ставролитом находятся в тесном ритмичном переслаивании друг с другом. В основании ритмов распространены биотитовые гнейсы, в средней части – гранат-биотитовые, содержащие в небольшом количестве ставролит, верхи ритмов сложены высокоглиноземистыми гнейсами. Мощность ритмов достигает 1–2 м. В породах наблюдаются реликты более тонкой ритмичности с мощностью ритмов 5–20 см.

Выше с резким контактом лежит толща III (около 300 м) биотит-амфиболовых, гранат-биотит-амфиболовых, амфибол-биотитовых гнейсов с прослоями биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов, грубо переслаивающихся друг с другом (осадки + туфы). Завершается видимый разрез серии толщей IV (около 500 м) мелкозернистых слюдяных и двуслюдяных лептитовых гнейсов с фрагментами порфировых и миндалекаменных структур и текстур. Детальная корреляция разрезов Костомукшской и Ньюкозерско-Хедозерской структур не проводилась. Возможно, что породы сурлампинской свиты и

II толщи флишoidных высокоглиноземистых гнейсов являются разновозрастными. В этом случае разрез гимольской серии Костомукшской структуры является не полным. В районе оз. Большозеро определен возраст метариолитов IV толщи, близкий к  $2730 \pm 5,4$  млн лет [415].

Ахвенлампинская серия (LP<sub>3</sub>ah) выделена впервые в 2004 г. [156]. Распространена в Шуезерско-Парандовской СФЗ Карельской СФО. Она объединяет окуневскую свиту, выделенную Т. Ф. Негруца [345], и тунгудскую свиту, выделенную С. А. Дюковым и В. А. Перевозчиковой в Шомбозерской и Лехтинской структурах, и обладает мощностью до 3000 м. Породы серии залегают на образованиях пезозерской и парандовской серий и в Лехтинской структуре перекрываются кислыми металавами ожиярвинской свиты сумия (нижний карелий). Полученные в последние годы геологические и изотопно-геохронологические материалы по геологии Лехтинской структуры [264, 282] позволили выделить эти свиты в самостоятельную ахвенлампинскую серию и на основании полученного изотопного возраста отнести ее к верхнему лопию [156].

В 2010 г. была принята к изданию Госгеолкарта-200 листов Q-36-XXVII, XXVIII (Юма) [247], в которой приведены датировки возраста пород тунгудской свиты в Шомбозерской структуре, часть из которых обладает сумийским возрастом. На Госгеолкарте листа «Апатиты» породы тунгудской свиты, как и на листе «Кировск», отнесены условно к лопийским образованиям. Наиболее полный разрез серии, охарактеризованный ниже, известен в Шуезерском голостратотипе (северо-восточное крыло Лехтинской структуры) между озерами Рокково и Лежево. Здесь она трансгрессивно перекрывает пезозерскую серию и гранитоиды лопия.

Окуневская свита (до 430 м) залегают на коре выветривания вулканитов пезозерской серии. По данным В. И. Коросова [244], в основании свиты обнажаются кварц-серицитовые сланцы, постепенно переходящие в тонкозернистые кварциты с полевым шпатом. Они перекрыты миндалекаменными амфиболитами с реликтовой шаровой текстурой и плагиопорфиритами. Выше залегают слои светло-серых кварцито-песчаников с неявно выраженной горизонтальной, но отчетливо проявленной мультислойной слоистостью. Они переходят в четко слоистые кварцито-песчаники с прослоями кварцевых гравелитов и кварцевых конгломератов. Для них типична разнонаправленная косая слоистость. Завершается разрез горизонтально слоистыми средне- и мелкозернистыми кварцито-песчаниками.

Тунгудская свита (до 2500 м) представляет собой многопокровный ансамбль лав андезит-базальтового состава [244, 264]. Для нижней части разреза характерны лавовые потоки мощностью от 1 до 50 м, сложенные массивными, шаровыми, подушечными, миндалекаменными, вспененными разностями лав. Редко в верхней части потоков обнажаются вулканиты андезит-дацитового и дацитового составов. Верхняя часть свиты отделена от нижней щебнистой корой физического выветривания и линзами конгломератов с обломками подстилающих андезибазальтов и цветного кварца. Для этой части разреза характерно присутствие в кровле потоков металав (мощность потоков 10–30 м) горизонтов лавобрекчий и вспененных лав кислого состава [264].

Изотопный возраст цирконов из дацитов, полученный классическим U-Pb изохронным методом, оказался близким к  $2719,8 \pm 8,2$  млн лет [282]. Полученные позднее возраста цирконов (U-Pb, SHRIMP-II) из этого тела кислых пород, но рассматриваемого как жила, дали значения  $2700$ ,  $2857 \pm 17$ ,  $2416 \pm 15$  млн лет и, по мнению авторов, могут свидетельствовать об архейском или протерозойском возрасте пород [207]. В Шомбозерской структуре для метаандезибазальтов тунгудской свиты (выделяется условно) получены датировки цирконов (U-Pb, SHRIMP-II), близкие к  $2427 \pm 38$  млн лет [247]. Из приведенных материалов видно, что проблема возраста ахвенлампинской серии является дискуссионной. К. О. Кратц [260] отмечает в ряде случаев прорывание пород тунгудской свиты жилами плагиомикроклиновых гранитов.

Визаварская свита ( $LP_3v$ ) (250–1100 м) выделена в Тикшеозерской СФЗ и распространена от оз. Тикшеозеро до северного берега оз. Кукас (Кукасозерская синклиналь). Свита сохранилась также в небольших синклиналях около юго-западного окончания оз. Кереть. Она залегает с угловым и стратиграфическим несогласием на породах среднего лопия и гранитоидах архея и считается стратиграфическим аналогом окуневской и тунгудской свит. В районе оз. Тикшеозеро [247] в основании разреза

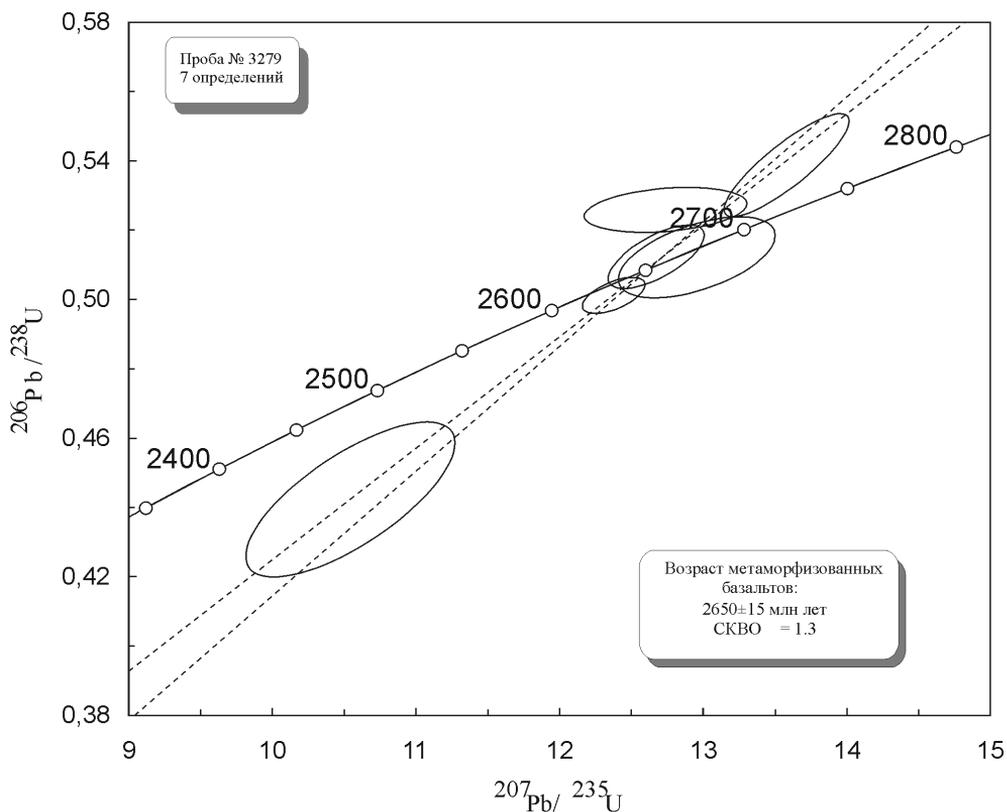


Рис. 1. Возраст пород визаварской свиты.

выделяются хлорит-биотит-мусковитовые сланцы с обломками галек гранитов и выветрелого кварца. Они сменяются вверх по разрезу переслаиванием аркозовых песчаников и мусковитовых кварцитов с параллельной слоистостью и затем сливными белыми кварцитами. Верхняя часть свиты сложена переслаиванием потоков (более 20) андезибазальтов и базальтов, в которых видны массивные, миндалекаменные, пенистые, лавобрекчиевые разности вулканитов. Некоторые потоки разделены горизонтами слоистых туфов, мощностью до 2 м. Возраст андезибазальтов визаварской свиты, определенный U-Pb методом SRIMP-II по цирконам из пробы, отобранной на северном берегу оз. Кукас, составляет  $2652,1 \pm 9,1$  млн лет (рис. 1).

Не исключено, что лопийские образования визаварской и тунгудской свит распространены только в Тикшеозерском и Пибозерском ЗКП, в то время как в Шомбозерской структуре развиты протерозойские породы тунгудской свиты.

Алатало серия (LP<sub>3a</sub>) была выделена впервые [156]. Объединяет породы мянтютунтурилампинской свиты, развитые в Панаярвинской структуре (Панаярвинская СФЗ) [381]. Она сопоставляется с разрезами визаварской свиты и ахвенлампинской серии и перекрывается кислыми лавами минаварской свиты сумия. В основании серии Алатало развиты гранитные и полимиктовые конгломераты (гора Мянтютунтури), залегающие на глыбовом элювии архейских гранитоидов. Верхняя часть разреза образована потоками металав андезибазальтов. По полученным авторами во время полевых работ в 2008 г. данным породы серии Алатало непосредственно в месте выделения этого таксона представлены метаморфизованными базальтами, порфиритами, агломератами и туфами. Мощность пород серии с учетом ее тектонических контактов составляет не менее 750 м. Вулканиты серии по разлому контактируют с гранитами и гранодиоритами архейского фундамента на горе Муткатунтури.

Имандровская серия (LP<sub>3im</sub>). В состав серии вошли метаморфизованные в амфиболитовой фации основные, средние и кислые вулканиты и осадочные породы западного фланга Имандра-Южноварзугской СФЗ (Приимандровский район), представленные (снизу вверх): кислוגубской, витегубской и арваренчской свитами (до 3400 м). Породы имандровской серии с перерывом и структурно несогласно перекрывают плутонические, метаморфические комплексы среднего лопия. Опорный разрез серии расположен на западном фланге Имандра-Варзугской СФЗ.

Кислогубская свита (до 1600 м) начинает разрез серии и имеет в основании горизонт полимиктовых конгломератов с обломками подстилающих пород и гранитоидов и прослои метамандельштейнов и кварцитов [70]. На них согласно налегает толща переслаивания биотитовых и двуслюдяных гнейсов, часто полосчатых, с подчиненными амфиболитами, гранат-силлиманит-слюдистыми гнейсами и линзами карбонат-кварцевых пород. На южном крыле структуры в породах свиты наблюдаются горизонты амфиболитов по metabазальтам, восточнее закартирована кварцито-гнейсовая толща (200–500 м) [642]. Возраст цирконов из метариодацитов (двуслюдяные плагиогнейсы) свиты равен  $2718 \pm 10$  млн лет, но уран-свинцовая система была нарушена в рифее и возраст, вероятно, омоложен [489].

Витегубская свита (около 700 м) согласно и с неясным контактом перекрывает подстилающие породы. Она преимущественно сложена сланцеватыми амфиболитами по базальтам с реликтами порфировых и офитовых структур, миндалекаменных текстур. В подчиненном количестве присутствуют кварцевые амфиболиты, биотит-амфибол-плаггиоклазовые сланцы и биотитовые плаггиогнейсы, образующие отдельные горизонты.

Арваренская свита (до 1100 м) залегает согласно на подстилающих породах витегубской свиты. Она представлена чаще всего плаггиогнейсами амфибол-биотитовыми, биотитовыми, слюдяно-амфиболовыми метавулканитами среднего и кислого составов (андезиты, дациты). В верхней части разреза в обрамлении Мунозёрского купола отмечены мусковит-альбит-кварцевые сланцы по риолитам. В сланцах обнаружены реликты фенокритов дигипирамидального кварца и плаггиоклаза, а в зонах диафтореза хлорит-слюдистые плаггиосланцы и гнейсы.

Возраст нижней границы серии определяется возрастом цирконов, равным  $2807 \pm 7$  млн лет (изохронный U-Pb метод), полученным из обломка метатоналита в конгломератах района оз. Вочеламбино [234]. Верхний предел возраста серии определяется датировкой  $2707 \pm 11$  млн лет, полученной по четырем фракциям циркона из метариодацитов арваренской свиты изохронным U-Pb методом [380].

Восточнее оз. Индель с опорным разрезом [357] сопоставляется сергозерская толща, детально изученная на смежном листе Q-37. Сергозерская толща распространена в среднем течении р. Варзуга–оз. Сергозеро. Среди пород толщи по составу выделяются две основные группы: 1 – биотитовые, двуслюдяные, биотит-амфиболовые сланцы и гнейсы, отвечающие по первичному составу терригенным породам и туфам; 2 – амфиболиты, амфиболовые и биотит-амфиболовые сланцы, которые являются метаморфизованными основными и средними вулканитами [129].

В разрезе пород толщи в районе среднего течения р. Варзуга выделяются три подтолщи – нижняя, средняя и верхняя. Нижняя подтолща с ориентировочной мощностью 6 км сложена преимущественно гнейсами, которые по своему составу и структурно-текстурным особенностям близки к лептитовым. Среди них описаны биотитовые, амфибол-биотитовые, биотит-амфиболовые, амфиболовые плаггиогнейсы, реже встречаются гранат-биотитовые гнейсы. По текстурным особенностям выделяются следующие разновидности: плотные тонко- и мелкозернистые, иногда кварцитовидного облика, неясно полосчатые и отчетливо полосчатые. Лептитовые гнейсы являются в большинстве случаев метаморфизованными туфами и эффузивами кислого и среднего состава.

Средняя подтолща мощностью 4–4,5 км преимущественно сложена сланцами и кварцитовидными породами. Среди сланцев выделяются полевошпатсодержащие биотитовые, двуслюдяные, мусковит-хлоритовые разновидности с преобладанием двуслюдяных сланцев. Генетически породы подтолщи являются кислыми и средними метавулканитами.

Верхняя подтолща мощностью не менее 3 км также представлена преимущественно сланцами, но иного состава. Среди них распространены плаггиоклазсодержащие биотит-амфиболовые, амфиболовые, актинолитовые

разновидности. Подтолща преимущественно сложена метавулканитами среднего и основного состава. Авторами был определен возраст цирконов (SHRIMP-II) из пород нижней подтолщи сергозерской толщи, который составляет  $2766 \pm 15$  млн лет.

Кейвская серия ( $LP_3kv$ ) [268] расположена в Кейвской СФЗ и в выделенном объеме наиболее близка к представлениям Д. Д. Мирской [337] и Л. А. Гаскельберг [47]. Её мощность достигает 1000 м, образована она породами червуртской и выхчуртской свит. Серия залегает на вулканитах понойской серии со структурным несогласием [69] и корой выветривания в основании [151]. В пределах листа обнажаются только породы червуртской свиты, контакты которых с вмещающими толщами не изучены.

Червуртская свита (до 550 м) начинается разрез серии. В основании разреза обнажаются метааркозы и микрозернистые параллельно-тонкослоистые кварц-плагиоклазовые породы, с редкими порфиробластами граната и мусковита. Они сменяются гранат-двуслюдными плагиосланцами, на которые налегает слой «гранатитов» – кварц-полевошпат-мусковитовых сланцев с гранатом и ставролитом, послонно обогащенные графитом и ильменитом. В основании слоя в породе видны гравийные зерна кварца. С неясным контактом на них лежат филлитовидные кварц-слюдяные сланцы с редким кианитом, переходящие в горизонт черных графит-кианитовых сланцев (до 60% кианита) и слюдисто-кварцевых сланцев. Завершается разрез свиты ставролит-кианитовыми слюдисто-плагиоклаз-кварцевыми сланцами, иногда не выдержанным и маломощным горизонтом черных графит-слюдяных сланцев.

Изотопный возраст пород кейвской серии не определен, однако она прорвана жилами щелочных гранитов кейвского комплекса, изохронный U-Pb возраст цирконов из которых укладывается в интервал 2650–2670 млн лет [41]. Следует отметить, что отношения  $^{207}Pb/^{206}Pb$  группируются вблизи значения 2,75 млрд лет [434].

## ПРОТЕРОЗОЙ

### НИЖНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ (КАРЕЛИЙ)

#### НИЖНИЙ КАРЕЛИЙ

#### Сумийский надгоризонт

На территории листа сумийский надгоризонт выделен в Шомбозерской, Лехтинской, Ветреного пояса, Колвицкой и Имандра-Варзугской СФЗ, в которых он представлен соответственно породами ожиярвинской и киричской свит, кандалакшской толщи и стрельнинской серии. В Панаярвинской СФЗ образования этого возраста (минаварская свита) показаны на карте в составе неразделенных сумийского и сариолийского надгоризонтов.

О ж и я р в и н с к а я с в и т а ( $KR_1oz$ ) [345] распространена в Шомбозерской и Лехтинской структурах. В Лехтинской структуре свита залегает непосредственно на породах верхнего лопия, в виде многопокровной

толщи метаэффузивов. В основании ожиярвинской свиты здесь обнажается толща (до 500 м) полимиктовых конгломератов, содержащих многочисленные обломки тоналитов и основных вулканитов [264]. Конгломераты перекрыты потоками кислых лав, различающихся между собой наличием или отсутствием вкрапленников кварца. Реже встречаются фельзиты. Среди кислых вулканитов также наблюдаются лапиллиевые туфолавы, сферолоиды, полосчатые, флюидальные разновидности лав, спекшиеся туфы, а также лавобрекчии.

В разрезе у оз. Ожиярви (Шомбозерская структура) перечисленными выше породами сложена нижняя часть свиты [345]. Верхняя ее часть представлена грубо- и тонкоритмичным переслаиванием туфопесчаников и туфоалевролитов, карбонатных туфопесчаников и песчанистых карбонатных и кремнистых метаосадков. Характерны нептунические дайки и водно-оползневые текстуры. Мощность свиты в Лехтинской структуре не менее 750 м.

В Шомбозерской структуре метаэффузивы присутствуют только в восточном борту, протягиваясь в виде узкой прерывистой полосы шириной менее 1 км от оз. Шуо до оз. Ожиярви на расстояние 45 км и неизвестны в ее западном обрамлении. К. О. Кратц [260] допускал их субвулканическое происхождение. Разрез свиты начинается серией лавовых потоков риолитов и риодацитов с реликтами текстур течения и флюидалности. Общая мощность потоков 300 м. Выше по разрезу залегают горизонты лавобрекчий. К кровле разреза количество кластогенного материала увеличивается, лавовые потоки разделяются маломощными прослоями осадочно-пирокластических образований. Общая мощность свиты 820 м [247]. Не исключено, что в этой структуре к сумию могут быть отнесены породы, подстилающие андезит-базальтовые покровы тунгудской свиты, условно отнесенные нами к верхнему лопию.

По данным изотопного датирования изохронный U-Pb возраст цирконов из риолитов свиты –  $2440 \pm 45$  [260],  $2448 \pm 15$  и  $2442,8 \pm 4,8$  млн лет [280].

Кандалакшская толща (KR<sup>1</sup>kn). Распространена в виде узкой полосы вдоль северо-восточного побережья Кандалакшского залива Белого моря в пределах Колвицкой СФЗ (> 800 м). Выделена К. Д. Беляевым, ее характеристика приводится по материалам М. Н. Богдановой и М. М. Ефимова [156]. В основании залегают биотит-амфиболовые гнейсы, реже биотитовые гнейсы и амфиболиты, содержащие прослои конгломератов. Гнейсы мощностью до нескольких десятков метров являются цементом конгломератов. Конгломераты прослежены по простиранию на 1,5 км. Конгломераты образуют прослои мощностью 0,2–6 м, в основании которых наблюдаются валунные, а в кровле мелкогалечные разновидности. В свою очередь гнейсы с линзами конгломератов, карбонатных пород подстилаются гранито-гнейсами архейского фундамента. Верхняя часть кандалакшской толщи сложена амфиболитами, которые являются преобладающими породами. Широко распространены гранатовые амфиболиты, которые часто содержат биотит и клинопироксен. Протолитом амфиболитов являются толеитовые базальты, среди которых различаются базальты нормальной щелочности и повышенной глиноземистости [333].

Магматические цирконы из метаандезитов кандалакшской толщи датируются возрастом  $2467 \pm 7$  млн лет. Однородные, мелко-среднезернистые метавулканисты, а также секущие дайки базитов имеют изохронный возраст (Rb-Sr)  $2497 \pm 50$  млн лет.

Стрельнинская серия (KR<sup>1st</sup>) выделена В. А. Потрубович и А. К. Симоном [390]. Прослеживается вдоль всей раннепротерозойской синклинойной структуры Имандра–Варзуга в одноименной СФЗ. Образована она кукшинской и сейдореченской свитами. Породы стрельнинской серии несогласно залегают на разнообразных образованиях архейского фундамента – гнейсо-гранитах, гранодиоритах, гнейсах и наиболее развиты в северной части СФЗ. Кукшинская свита (1500 м) распространена по всему северному крылу Имандра–Варзугской СФЗ. Сложена свита в нижней части (подсвете) карбонатсодержащими метааркозами, в основании которых развиты слюдисто-кварцевые сланцы и локально – конгломератовидные породы. Максимальная мощность метаосадков 600 м. Выше согласно залегают подсвета метабазальтов (800–900 м), для которых характерно чередование 5–40-метровых покровов метамандельштейнов, афировых и порфировых метабазальтов, иногда с покровами кластолав, прослоями туфов того же состава. В средней части разреза подсветы породы среднезернистые с хорошо выраженной бластоофитовой структурой.

Сейдореченская свита (до 3400 м) делится на две подсветы. Мощность нижней подсветы варьирует от 300–250 м на западе до 400 м – в центральной части СФЗ. Породы свиты прослеживаются почти непрерывной полосой от западного берега оз. Имандра до восточной границы листа. Она образована переслаивающимися метаалевролитами (хлорит-гранат-мусковит-кварцевыми сланцами), кварцевыми метапесчаниками, аркозовыми метапесчаниками, горизонтами метатуффилов. В центральной части СФЗ в верхней части подсветы наблюдаются туфоконгломераты [606]. На западе, в районе Рижгубы оз. Имандра, в верхах её разреза присутствуют андезит-базальтовые метапорфиры, выше которых обнажаются хлорит-альбит-кварцевые и альбит-актинолитовые сланцы.

Верхняя подсвета (до 3000 м) сложена вулканитами дифференцированной петрохимической серии: магнезиальный базальт–андезибазальт–дацит и чаще всего подразделяется на четыре пачки. В нижней пачке преимущественно развиты метаандезибазальты, миндалекаменные и порфировые, магнезиальные метабазальты. Во второй пачке характерны кластолавы магнезиальных базальтов с цементом андезибазальтов. Третья пачка является наиболее мощной (до 1500 м), в ней появляются силлы габбродиабазов, магнезиальные метабазальты развиты ограниченно. Для верхней пачки типичны метаандезидациты, метадациты, часто порфировые или хорошо раскристаллизованные, иногда миндалекаменные. На западе в южном крыле синклинория, метаандезиты–метадациты свиты сопровождают слоенную пластовую интрузию норитов–габброноритов–габбродиоритов умбареченского комплекса, залегая в ее кровле. Возраст «имандритов» кровли интрузии, определенный изохронным U-Pb методом по цирконам,  $2424 \pm 5$  млн лет [41].

Условно на карте выделена кирпичная свита ( $KR_{kr}$ ) сумия, к которой отнесены породы, расположенные к северу от оз. Сумозеро. Они образуют небольшой фрагмент СФЗ Ветреного пояса вблизи юго-восточной границы листа. Здесь известны выходы основных метавулканитов толеитового состава, разрез которых здесь не изучен.

### Сариолийский надгоризонт

Сариолийский надгоризонт представлен породами шуезерской и сиеп-пярвинской серий и полисарской свиты.

Шуезерская серия ( $KR_{sh}^2$ ) (мощность 1150 м). Распространена в Шомбозерской и Лехтинской СФЗ. В Лехтинской структуре в её разрезе выше архейских гранитоидов, метаандезиобазальтов лопия и кислых вулканитов ожиярвинской свиты залегает пайозерская свита, начинающая разрез. Детально изучены контакты ее с подстилающими кислыми вулканитами в районе озер Маслозеро, Пайозеро, Косое [75, 142, 244, 260, 344, 406]. Разрез обломочных образований пайозерской свиты начинается корой физического выветривания по кварцевым порфирам. В ее основании наблюдаются отдельные волосяные трещины, раскрывающиеся вверх по разрезу. Выше трещины пересекаются и оконтуривают изолированные остроугольные обломки вулканитов. Мощность коры выветривания около 0,5–1,5 м. Выше по разрезу кора сменяется делювиальными брекчиями, постепенно переходящими в конгломераты [244]. В основании конгломератов наблюдаются валуны гранитов и плагиопорфиров, которые в свою очередь сменяются полимиктовыми конгломератами с обломками кварцевых порфиров, гранитоидов, метаандезиобазальтов и туфопесчаников. С ними переслаиваются гравелиты и метапесчаники. Мощность обломочных пород составляет 70–75 м. Разрез завершается темно-серыми хлорит-серицитовыми, ленточнослоистыми хлоритовыми сланцами. В сланцах встречаются отдельные плавающие гальки гранитов и кварца. Мощность пайозерской свиты до 150 м.

Вермасская свита (900–1000 м) залегает выше пайозерской свиты. Она сложена миндалекаменными порфиритами, лавобрекчиями, метаандезиобазальтами, карбонат-хлоритовыми, амфибол-биотит-хлоритовыми сланцами. Общей особенностью свиты является базальтовый и андезит-базальтовый состав пород, широкое распространение пузыристых лав, туфов, тефроидов и других эксплозивных образований в некоторых разрезах выше основных вулканитов залегает толща (100–120 м) серицитовых, серицит-хлоритовых сланцев, туффитов, туфосланцев с прослоями агломератовых туфов [460]. Аналогичные образования часто встречаются и среди лав вермасской свиты [244].

В Шомбозерской структуре шуезерская серия выделена условно. В ее разрезе практически отсутствуют образования пайозерской свиты, выходы которых установлены только в районе оз. Ожиярви и сложены туфоконгломератами [247]. Разрез вермасской свиты представлен мощной многопокровной толщей вулканитов андезитового, в меньшей степени андезит-базальтового состава, в подчиненном количестве присутствуют

трахиандезиты, трахиандезибазальты. Общая мощность разреза вермасской свиты в Шомбозерской структуре 880 м. Возраст пород вермасской свиты (U-Pb, SHRIMP) в Лехтинской структуре  $2412 \pm 17$  млн лет [247].

Сиеппиярвинская серия ( $KR_1^2sp$ ). Породы серии распространены в Соваярвинской СФЗ в районе озер Исо-Сиеппиярви и Панаярви. Серия объединяет породы онтонлампинской и олангской свит.

Онтонлампинская свита (40–150 м) несогласно залегает на метавулканитах кислого состава сумия и на архейских гранитоидах. Опорный ее разрез изучен в районе оз. Онтонлампи и на северном склоне горы Рускеакалионвара, а также в обрамлении выступа Рааккутунтури. Свита не выдержана по составу и по строению, что определяется характером нижележащих пород и особенностями палеорельефа, и сложена полимиктовыми и гранитными конгломератами, туфоконгломератами с прослоями туфопесчаников и туфов в верхней части разреза. Если конгломераты залегают на архейских гранитоидах, то нижняя часть их разреза представлена валунными и валунно-галечными гранитными конгломератами с постепенным переходом к мелкогалечным разновидностям, в которых наблюдаются гальки сумийских кварцевых порфиров. При залегании конгломератов на метавулканитах кислого состава в основании свиты отмечается частично размытая кора выветривания, представленная кварц-серицитовыми сланцами [381]. Сланцы сменяются валунными конгломератами с галечным и гравийным цементом, которые вверх по разрезу сменяются мелкогалечными разновидностями, туфопесчаниками и слоистыми туфами.

Олангская свита (500 м) представлена метавулканитами основного состава. Опорные её разрезy находятся на р. Оланга, в обрамлении антиклинали Рааккутунтури, на восточном берегу долины р. Мянтюйоки, на южном берегу Панаярви, в районе горы Хейкинвара. В строении свиты выделяются три пачки. Первая пачка (180 м) образована несколькими потоками шаровых лав. Выше наблюдаются широко развитые лавовые, туфолавовые и агломератовые вулканические брекчии. Вторая пачка (до 280 м) сложена многочисленными лавовыми потоками порфиритов и мандельштейнов. Последние характерны для кровельных частей покровов. Третья пачка (30–40 м) представлена разнообразными амфиболовыми, биотит-амфиболовыми, биотит-цоизитовыми и турмалинсодержащими туфосланцами (30–40 м).

Полисарская свита ( $KR_1^2p$ ) [390], мощностью 350–700 м, развита по северному крылу Имандра-Варзугской структуры (одноименная СФЗ) от оз. Имандра до среднего течения р. Варзуга. Свита делится на две подсвиты. Нижняя подсвита, мощностью от 60 до 150 м, со стратиграфическим несогласием залегает на сейдореченских метадацитах. Ее слагают, снизу вверх, по О. Ф. Сычкиной [582], вулcano-терригенные конгломераты и туфоконгломераты; полимиктовые метапесчаники, переслаивающиеся с подчиненными метаалевропелитами и туфоалевролитами. Наблюдаются фарфоровидные тонкослоистые туфопелиты, с редкой округлой галькой метаандезитов–метадацитов и маломощными линзами мелкогалечных туфоконгломератов. Верхняя подсвита в современном стратиграфическом объеме была выделена и описана В. Н. Соколовой [644]. Она представ-

лена подушечными и шаровыми магнезиальными метабазальтами–андезибазальтами, агломератовыми и глыбовыми вулканическими брекчиями контрастного состава и лавокластитами (до 500 м), локально перекрытыми покровами бурых и зеленовато-серых андезитовых и базальтовых порфиритов повышенной щелочности.

### **Сумийско-сариолийский надгоризонты неразделенные**

К образованиям этого таксона в Сояярвинской СФЗ отнесены породы сумия (минаварская свита) и сариолия ( $KR_1^{1-2}$ ), которые невозможно раздельно показать на Госгеолкарте листа. Кроме того, сюда же отнесены разрезы вулканитов и конгломератов Каллиоярвской, Чирко-Кемской, Большозерской и Елмозерской структур Сегозерской СФЗ, предшествуют ятулийскому надгоризонту.

Минаварская свита имеет мощность 450 м. Опорный разрез свиты изучен на склонах горы Минавара (южный берег оз. Панаярви) [381], она обнажается также вдоль всего северного берега оз. Панаярви. Залегает свита на размытой поверхности архейского фундамента со структурным несогласием или согласно на породах мянтютунтуринлампинской свиты. Строение свиты не выдержано по латерали и мощности. В нижней части она сложена грубообломочными туфогенно-терригенными породами: элювиально-делювиальной брекчией, полимиктовыми и гранитными конгломератами, туфоконгломератами и аркозами. Средняя и верхняя части разреза представлены вулканогенными породами – метавулканитами кислого и частично среднего состава.

Выделяются кислые лавы и туфолавы, лапиллиевые туфолавы и лавобрекчии, сферолоиды (шаровые сферолиты), афировые фельзиты, а также тонкослоистые туфы и туффиты. Широко распространены кварцевые и плагиоклазовые порфиры и альбитофиры. Изотопный возраст цирконов кислых лав (U-Pb изохронный метод) отвечает  $2432 \pm 22$  млн лет [78]. Породы минаварской свиты перекрыты осадками сиеппиярвинской свиты сариолия.

К этому таксону отнесены также породы, фрагментарно распространенные в Сегозерской СФЗ (Каллиоярвская, Чирко-Кемская, Большозерская, Елмозерская структуры), перекрытые толщами ятулийского надгоризонта. Их возраст остается не определенным. Ряд исследователей относят их к сариолию [347] или сумию [261], или сумию и сариолию [244]. Как правило, они залегают на гранитоидных комплексах архея, редко несогласно перекрывают образования гимольской серии лопия. В Большозерской структуре они выделены в селецкую свиту ( $KR_1^{1-2}sl$ ). В отличие от шуезерской и сиеппиярвинской серий их разрез начинается с толщи лав базальтов и андезибазальтов мощностью до 600 м, содержащих прослой лавобрекчий, туфов, туфоконгломератов. В Елмозерской и Большозерской(?) структурах выше них обнажаются конгломераты. Наиболее полный их разрез изучен в районе оз. Большозера. Конгломераты структурно несогласно и с корой выветривания в основании плащеобразно перекрывают толщу основных вулканитов и породы лопия [135, 244].

В основании свиты залегают конгломерато-брекчии, которые сменяются валунно-глыбовыми полимиктовыми конгломератами с обломками подстилающих пород (гнейсов, гранитов, альбитофиров, андезибазальтов сумия и лопия). Мощность конгломератов до 300 м. Выше по разрезу наблюдается ритмичное переслаивание конгломератов, метапесчаников и метаалевролитов. Полимиктовые конгломераты залегают в основаниях ритмов, а в их кровле наблюдаются метаалевролиты. Мощность этой груборитмичной части разреза 100–120 м. Разрез завершается тонкослоистыми, ленточно-слоистыми сланцами. В них наблюдаются следы местных размывов, а также конкреции, состоящие из кварца, плагиоклаза и биотита. В зоне перехода от груборитмичнослоистых метапесчаников к ленточным сланцам встречаются линзовидные скопления грубообломочных пород, а также текстуры типа dropstone [244]. Наблюдаемая мощность сланцев 150 м. Общая мощность пород селецкой свиты составляет не менее 650–700 м.

### Ятулийский надгоризонт

Образования ятулийского надгоризонта широко распространены во всех осадочно-вулканогенных прогибах раннего протерозоя территории листа. Они представлены породами янгозерской свиты, летнеозерской и куолапанаярвинской серий, а также умбинской свиты.

Янгозерская свита ( $KR_{1j}^3$ ) (сегозерская серия) обладает мощностью до 900 м. Распространена в юго-западной части листа в Сегозерской СФЗ и слагает узкие, вытянутые в северо-западном направлении приразломные ятулийские прогибы в бассейне р. Чирка-Кемь и северо-западнее оз. Среднее Куйто. Свита состоит из трёх пачек. В основании нижней пачки наблюдаются аркозовые гравелиты и метапесчаники, которые сменяются кварцевыми разновидностями. Вышележащие слои представлены крупно- и мелкозернистыми песчаниками с прослоями кварцевых конгломератов. Пачка завершается однородными средне-мелкозернистыми метапесчаниками. Средняя пачка сложена светлоокрашенными кварцитами, переслаивающимися с сахаровидными кварцито-песчаниками. Верхняя пачка представлена светло-серыми песчаниками с маломощными прослоями белых кварцито-песчаников. Разрез ятулийского надгоризонта завершается карбонатсодержащими красными, пестроцветными сланцами и карбонатными породами (р. Чирка-Кемь), которые могут сопоставляться с породами туломозерской свиты. В некоторых разрезах (Чирка-Кемь) отмечаются горизонты метабазальтов (слагающих до 14–18% от мощности разреза) и карбонатных пород (3–6% от мощности разреза). Рассматриваемый разрез напоминает разрез сегозерской серии, распространенной на смежном листе P-35, 36 [155].

Летнеозерская серия ( $KR_{1lt}^3$ ) объединяет породы шароварокской, риговаракской, машозерской, мурдолампинской, юляозерской, вильямлампинской свит Шомбозерской и Лехтинской СФЗ и кукаозерской свиты в Кукаозерской СФЗ.

Шароварокская свита (до 315 м) начинает разрез серии в стратотипическом разрезе ятулия Лехтинской структуры [346]. Она приурочена к палео-

депрессиям в дютаульском фундаменте и сложена разнозернистыми кварцито-песчаниками и гравелитами, в подчиненном количестве содержащими в основании разреза полимиктовые конгломераты и плохоотсортированные грубозернистые аркозы. Кварцевые гравелиты составляют 30% от общего разреза. Они окрашены в зеленовато-серый цвет и имеют массивный сливной облик. Светло-серые, зеленовато-серые, белые кварцито-песчаники составляют 55–60% и слагают нижнюю часть свиты, а также наблюдаются в виде прослоев и линз в гравелитах. Верхняя часть свиты сложена грубозернистыми аркозами (50%), кварцито-песчаниками (20%), кварцевыми конгломератами (30%). Кварцевые конгломераты залегают в кровле свиты и образуют протяженные линзообразно залегающие пласты и линзы кварцево-гранитных и кварцевых конгломератов, гравелитов в цементирующих их сахаровидных кварцито-песчаниках.

Риговаракская свита (225–330 м) имеет более высокое стратиграфическое положение. В ней выделяются три пачки. Нижняя пачка (100–150 м) сложена гематитсодержащими косослоистыми кварцито-песчаниками, гравелитами и кварцевыми конгломератами. Особенностью пачки является присутствие в ее низах серовато-голубых гематит-магнетитовых кварцевых конгломератов. Средняя пачка (100–150 м) представлена зеленовато-серыми, белыми и розовыми горизонтально- и косослоистыми гематитовыми кварцито-песчаниками. В верхах пачки наблюдаются прослои метаалевролитов и метааргиллитов с трещинами усыхания на плоскостях напластования. В верхней пачке свиты (25–30 м) снова появляются магнетит-гематитовые кварцито-песчаники, окрашенные в темно-серо-синие тона. Среди них наблюдаются прослои железистых сланцев, которые представляют собой почти черные тонкозернистые кварц-хлорит-серицит-гематитовые породы.

Машозерская свита [346] (330 м) преимущественно сложена конгломератами и аркозами. На породах риговаракской свиты с крупным размывом, заполняя эрозионные врезы, залегают машозерские кварцево-гранитные, реже кварцево-кварцитовые валунно-галечные конгломераты, которые вверх по разрезу сменяются сначала плохо-, а затем хорошоотсортированными косослоистыми и горизонтальнослоистыми аркозами. Мощность конгломератов 35–50 м, аркозов 50–65 м. Разрез свиты завершается локально развитыми кремнисто-карбонатными сланцами и светло-кремовыми доломитами со строматолитами *Irregularia rigoensis* M a k. [301]. В карбонатных породах строматолитовые наложения образуют субпараллельно удлиненные в плане разнообразной формы бугры и впадины, осложненные мелкой гофрировкой. Из всех изученных строматолитовых образований Карелии наиболее близка к этому виду *Stratifera janisjarvica* M a k.

Мурдолампинская свита (до 790 м) завершает разрез преимущественно терригенных пород ятулия и состоит из трех пачек. В нижней пачке преобладают разнозернистые хорошоотсортированные крупнослоистые преимущественно розовато-серые кварцито-песчаники. Средняя пачка сложена пестроцветными метаалевролитами, аргиллитами и кварцито-песчаниками. Все разновидности содержат магнетит и гематит, в сланцах отмечается примесь углеродистого вещества. Верхняя пачка сложена кварцито-

песчаниками, которые сменяются пестроцветными сланцами. Кварцито-песчаники, составляющие 90% мощности всей свиты, разнозернистые, имеют бледно-розовый цвет и мономинеральный кварцевый состав. В них наблюдаются горизонтальнослоистые текстуры, крупная косая слоистость типа подводных течений, знаки ряби. Сланцы пестроцветные кварцево-серпичитовые, кварцево-хлоритовые, кварцево-карбонатные с прослоями темно-лиловых, пятнистых и серых алевролитов и аргиллитов.

Юляозерская свита (до 940 м) имеет более высокое стратиграфическое положение. По данным С. Н. Юдина, О. Н. Щукина, В. М. Ярцева и др. [665], в ее составе выделяются три подсвиты. Нижняя из них (30–70 м) сложена туфопесчаниками, туфосланцами с магнетитом, маломощными кварцито-песчаниками. Средняя подсвита (500–700 м) имеет многопоровое строение и представлена лавовыми фациями метабазальтов и порфиритов. Мощность лавовых пакетов до 40 м, в их подошве наблюдаются афанитовые метабазальты, в кровле – миндалекаменные разновидности. Верхняя подсвита (170 м) имеет пестрый состав, в ней наблюдаются туфы, туффиты, агломераты, переслаивающиеся с девятью потоками порфиритов, карбонатные породы с кварцем и магнетитом.

Вильямламбинская свита завершает ятулийский надгоризонт в Лехтинской СФЗ [460]. В ее составе выделяются две пачки. Нижняя (100–150 м) сложена пестроцветными кварцито-песчаниками и метаалевролитами. В основании разреза наблюдается кора выветривания. Выше прослеживаются ритмичнослоистые, горизонтальнослоистые песчано-алевролитовые отложения, окрашенные в темно-серые, серо-зеленые и зеленовато-темно-серые тона. В кровле пачки залегают пестроцветные, красновато-бурые, красновато-серые метаалевролиты с характерными трещинами усыхания. Верхняя пачка (100–150 м) представлена преимущественно карбонатными породами. В ее состав входят конседиментационные брекчии, песчаники с карбонатным цементом, песчаные доломиты, доломиты. Цвет пород меняется от серовато-розового до серо-красного, бурого, буровато-темно-серого. Доломиты, завершающие разрез, имеют розовую окраску. Существенной особенностью серии является широкое развитие в разрезе основных металлов и их туфов (до 30–55% от мощности разреза).

Куолапанаярвинская серия ( $KR_1^3kp$ ) выделена условно и объединяет породы ятулийского надгоризонта в Соваярвинской СФЗ (Панаярвинская структура) и Куолаярвинской СФЗ (Куолаярвинская структура). Разрез ятулия этой серии начинается с базальных образований ниваярвинской свиты [461]. Опорный разрез с обнаженными нижними и верхними контактами наблюдается в районе оз. Кискинлампи. Хорошо изучены разрезы: а) восточнее оз. Ниваярви; б) вдоль южного берега Туттиярви до хут. Якконен; в) восточнее озер Алинен–Пядусъярви; г) северные склоны горы Хейкинвара; д) долина р. Селькяйоки; е) хут. Леппеля–уроч. Ахвенлампи.

В районе оз. Кискинлампи разрез начинается элювиально-делювиальной брекчией мощностью 2,2 м. На брекчии залегают зеленовато-серые гравелиты с хлорит-карбонатным цементом (0,5–1,5 м), которые сменяются полимиктовыми и гранитными валунными и галечными конгломератами

(4,2 м). Общая мощность грубообломочных пород достигает 12–15 м. Выше по разрезу прослеживаются розовые, кирпично-красные крупнозернистые аркозы и кварцито-песчаники (1,5–2,5 м), а затем светло-серые кварцито-песчаники. Ниваярвинская свита везде представлена исключительно терригенными породами – кварцитами и кварцито-песчаниками от грубозернистых до мелкозернистых, метаалевролитами и сланцами. В разрезе свиты выделяется не менее двух мезоритмов мощностью 80–220 м, образованных закономерной сменой полимиктовых кварцито-песчаников, аркозов и кварцитов в нижних частях мезоритмов, тонкозернистыми алевролитами и сланцами – в верхних. В мезоритмах устанавливается ритмичность более высоких порядков, обусловленная чередованием пластов полимиктовых кварцито-песчаников и метаалевролитов 10–15 м. В терригенных породах хорошо сохраняются первичные текстуры и структуры (псаммитовая, псефитовая), горизонтальная, косая слоистость донных волнений, знаки ряби. Для всех пород характерно постоянное присутствие гематита. В верхней части разреза появляются туффиты. Мощности разрезов свиты меняются в пределах 200–450 м.

В составе залегающей выше нилуттиярвинской свиты наблюдаются преимущественно вулканогенные образования. Название свиты дано по положению опорного разреза, расположенного на перешейке между озерами Кискинлампи и Нилуттиярви. Также хорошо изучены разрезы: а) перешеек между озерами Аухтиярви и Нилуттиярви; б) перешеек между озерами Аухтиярви и Нятярви; в) восточнее хут. Кауттио; г) долина р. Селькяйоки и др. В опорном разрезе выделяются два уровня лавовых потоков, разделенных маломощным пластом туфопесчаников. Нижние эффузивы представлены локально распространенным лавовым потоком метабазальтов мощностью 5–10 м. Верхние эффузивы прослеживаются практически на всей территории с последовательным увеличением мощности серий лавовых потоков с севера на юг от 170 до 500 м. Стратиграфическое положение толщи основных вулканитов определяется тем, что они повсеместно залегают на терригенных породах ниваярвинской свиты. В строении вулканогенной толщи выделяется не менее восьми лавовых потоков.

Юрхямьярвинская свита в районе протоки, соединяющей озера Ала и Иля-Нятярви, представлена слюдисто-карбонатными сланцами с хлоритом, иногда с актинолитом. Наблюдаются постепенные переходы от диабазов нилуттиярвинской свиты через туфогенные прослои к слюдисто-карбонатным сланцам. Генетически породы свиты, возможно, являются продуктами перемыва кор выветривания. Мощность сланцев свиты по отдельным разрезам колеблется в пределах 12–25 м. Верхняя часть разреза хорошо изучена на восточном берегу оз. Юрхямьярви, западном берегу оз. Пюхьярви, на восточном берегу оз. Куонаярви и на восточном берегу оз. Кясиярви. Разрез этой части свиты начинается с пачки пестроцветных, часто красноцветных кварцитов и кварцито-песчаников, в верхних частях карбонатсодержащих. Наряду с типичными красноцветными разновидностями встречаются и сероцветные метаосадки. Весьма характерна хорошо выдержанная горизонтальная слоистость. Разрез завершается серыми тремолитовыми доломитами и мраморами мощностью до 20 м с прослоями

хлорит-биотитовых сланцев. Суммарная мощность свиты достигает 70–80 м. Нижняя граница ее проводится по подошве кварцитов, верхняя – по кровле венчающих разрез красноцветных карбонатных пород. Необходимо отметить, что мощность разрезов серии в Куолярвинской СФЗ сокращается в северном направлении. Горизонты пород нилуттиярвинской и юрхьярвинской свит широко распространены в пределах Куолярвинской структуры и локально – на южном берегу оз. Панаярви. В Куолярвинской структуре доля вулканитов достигает 50% от мощности разреза серии.

В Кукаозерской структуре ятулий представлен породами кукаозерской свиты. Здесь надгоризонт преимущественно сложен кварцитами и перекрывающими их покровами metabазальных порфиритов и напоминает разрез ниваярвинской и, возможно, нилуттиярвинской свит. Мощность кукаозерской свиты достигает 950 м.

Умбинская свита ( $KR_{1}^{3}um$ ) (2450 м) Имандра-Варзугской СФЗ является опорным подразделением ятулия в Кольской СФО [217, 390, 582]. В современном стратиграфическом объеме свита была выделена в 1972 г. [44]. Ее породы развиты в центральной части Имандра-Варзугского синклинория до среднего течения р. Варзуга. Свита имеет четкое трехчленное деление.

Нижняя подсвита (150 м), по О. Ф. Сычкиной [582], с размывом, но без углового несогласия, залегает на интенсивно хлоритизированных и карбонатизированных андезит-базальтовых порфиритах верхнеполисарской подсвиты. Она сложена сланцами по кварцевым алевролитам с первично-глинистым цементом, выше сменяющимися хлоритовыми метапелитами с прослоями кварцитов и доломитов. Выше по разрезу обнажаются пестроцветные доломиты, туфодолмиты, переходящие в ритмичнослоистые пестроцветные доломиты, кварц-серицит-карбонатные сланцы. Завершают разрез алевропелитовые хлорит-слюдистые сланцы с прослоями полевошпат-кварцевых метапесчаников и доломитов.

Средняя подсвита (1300–2000 м) согласно перекрывает нижнюю. Она сложена метатрахиандезибазальтами, авгитовыми метапорфиритами состава от субщелочных пикробазальтов до трахибазальтов, metabазальтами микрозернистыми, метамандельштейнами. Вулканиты подсвиты хорошо опознаются в разных геологических ситуациях, благодаря повышенной щелочности, повышенной магнитной восприимчивости, наличию самородной меди и соответствующих внешних признаков.

Верхняя подсвита (250–700 м) согласно залегает на породах средней подсвиты. Она сложена в низах разреза чередующимися агломератовыми, псаммитовыми и псефитовыми метатуфами андезитов, сменяющихся метапикробазальтами и их спекшимися агломератовыми туфами с подчиненными метатрахибазальтами. Они сменяются монотонными метатрахибазальтами массивной и миндалекаменной текстуры, вверх по разрезу переходящими в туфы основного состава, кристалло- и витрокластические, псаммитовые и пепловые, с отдельными покровами бурых трахипикробазальтовых метапорфиритов. Завершается разрез свиты массивными и флюидалными туфолавами и игнимбритоподобными породами [217].

## ВЕРХНИЙ КАРЕЛИЙ

### Людиковийский надгоризонт

На территории листа образования данного горизонта представлены породами гайкольской и условно выделенной черноваракской свит (Шомбозерская и Лехтинская СФЗ), а также куолярвинской и панской серий.

Гайкольская свита ( $KR_2^1 gk$ ). Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы гайкольской свиты (1400–1500 м) наблюдаются в Гайкольской синклинали Шомбозерской структуры (одноименная СФЗ). Для них характерны кремнистокарбонатный состав метаосадков, наличие разнообразных магнетитовых туфов и туффитов андезитового состава, а также широкого спектра метабазальтоидов.

В разрезе свиты выделяется шесть толщ [137]. Первая толща мощностью не менее 50 м залегает на карбонатных породах верхнего ятулия. Она сложена метатуфами, метабазальтами и андезибазальтами. Во второй толще (100 м) наряду с туфогенно-кремнистыми породами наблюдаются метаморфизованные андезидациты и миндалекаменные базальты. Значительная часть третьей толщи (100 м) сложена туфогенно-осадочными породами, в которых присутствует кремнистый и карбонатный материал и мелкий рассеянный магнетит. Выше наблюдаются метапикрито-базальты. Четвертая толща (120 м) образована высокомагнезиальными базальтоидами, которые по составу отвечают базальтовым и пироксеновым коматиитам, но отличаются повышенным содержанием щелочей. Пятая толща (700 м) представлена миндалекаменными метабазальтами с прослоями туфов и агломератов, плагиопорфиритами, плагиоклаз-пироксеновыми базальтами. Разрез гайкольской свиты завершается породами шестой толщи (300 м). Она сложена туфопесчаниками, туфоалевролитами, филлитовидными сланцами с идиоморфными вкрапленниками магнетита, алевролитами и ритмичнослоистыми пелитовыми породами серицитового состава с прослоями пелловых туфов.

Черноваракская свита ( $KR_2^1 \check{c}v$ ) распространена в ядре Лехтинской структуры (в одноименной СФЗ). В состав свиты входят лавобрекчии, агломераты, лапиллиевые туфы и лавы метабазальтов. В разрезе выделяются не менее шести покровов метабазальтов, в их кровле наблюдаются лавобрекчии и агломераты, а также прослой силицитов. Среди лавовых полей установлены отдельные жерловые постройки. Наблюдаемая мощность пород свиты не менее 300 м.

Куолярвинская серия ( $KR_2^1 k$ ) объединяет породы куонаярвинской, ксясярвинской, ноукаярвинской, апяярвинской, кайларской и соткойвинской свит Куолярвинской структуры одноименной СФЗ. В состав серии включены также образования хирвинаволоксской свиты Кукасозерской структуры. Для этого уровня характерно широкое распространение углеродистых сульфидсодержащих черных сланцев в ассоциации с туфосланцами, карбонатными породами и, в верхней части разреза, существенно вулканогенными образованиями основного состава. Стратиграфическое

положение свит определяется тем, что они повсеместно перекрывают осадочно-вулканогенные образования ятулийского надгоризонта.

Куонаярвинская свита [461] (200–460 м). Стратотипический разрез свиты расположен между озерами Сювяярви и Куонаярви. Парастратотипами являются разрезы севернее озер Алимкурсуярви–Илимкурсуярви; западнее южного окончания оз. Нилуттияярви; западнее оз. Илянттяярви; на южном берегу оз. Соваяярви в Куоляярвинской структуре. В стратотипическом разрезе свиты выделяются четыре пачки (снизу):

1. Переслаивание углеродсодержащих алевролитов, углеродистых черных сланцев, туфопесчаников и туфосланцев. Характерно тонкоритмичное строение, хорошо выражена горизонтальная слоистость, местами установлены подводно-оползневые складки, а в туфопесчаниках – знаки ряби. Разрез пачки представлен тремя мезоритмами. Нижний сложен углеродсодержащими алевролитами и черными сланцами, средний – туфосланцами с прослоями углеродистых сланцев и углеродисто-кремнистых пород, а верхний ритм образован туфопесчаниками с редкими прослоями углеродистых сланцев. Наиболее мощные слои углеродистых сланцев пачки достигают 10–12 м. Углеродистый материал в них представлен тонкорассеянным и микрозернистым графитом с отдельными обломками шунгитоподобного вещества. Углеродистое вещество тонких слойков из туфопесчаников и метатуфов представлено преимущественно шунгитоподобными включениями, а иногда и угольным веществом антрацитовой стадии (определения Лаборатории угля, ВСЕГЕИ). Мощность пачки 80–125 м.

2. Пестроцветные песчанистые доломиты. Доломиты участками интенсивно мраморизованы и обладают брекчиевидными текстурами. Наблюдается чередование слойков с обломочными зернами кварца и альбита, иногда отмечаются единичные гравийные зерна и мелкие кварцевые гальки; слоистость подчеркивается цветом и минеральным составом пород. По латерали пачка не выдержана с вариацией мощности от 0 до 50 м.

3. Переслаивание высокожелезистых магнетитсодержащих слюдисто-полевошпатовых, амфибол-эпидот-кварцево-полевошпатовых сланцев с горизонтами туфов основного состава. В наиболее мощных слоях проявлена макро- и микроритмичная слоистость. Светло-серые крупно- и среднезернистые кварцево-полевошпатовые слойки с октаэдрическими кристаллами магнетита сменяются серыми среднезернистыми слюдисто-кварцево-полевошпатовыми слойками с магнетитом и далее темно-серыми, зеленовато-серыми амфибол-полевошпатовыми сланцами с магнетитом. Мощность пачки от 60 до 125 м. Она выдержана по простиранию и может быть использована для корреляции местных разрезов.

4. Крупнозернистые светлые, светло-розовые мраморы с прослоями слюдисто-карбонатных сланцев. Пачка местами выклинивается. Наиболее представительные разрезы наблюдаются западнее оз. Илимкурсуярви, где мощность карбонатных пород составляет 70–80 м, и на западном берегу оз. Кауттисъярви. Южнее, в районе оз. Соваяярви в карбонатных породах отмечен ряд находок проблематичных строматолитов [301], для которых предложено название *Sovajrvia* gen. nov.

Кясиярвинская свита. Стратотипический разрез ее расположен между озерами Ноукаярви и Кясиярви. Парастратотипами являются разрезы западнее оз. Илянтярви и западнее оз. Нилуттиярви. В строении свиты принимает участие переменное количество покровов основных вулканитов – крупнозернистых, средне-мелкозернистых диабазов и мандельштейнов. С севера на юг до оз. Кясиярви число покровов увеличивается от одного-двух до восьми и соответственно возрастает мощность свиты от 50–350 м.

Ноукаярвинская свита (150–250 м) распространена в районе оз. Ноукаярви, восточнее горы Пайнотунтури, восточнее оз. Вуоснаярви, западнее оз. Моутикайсенлампи. Для метапесчаников и полимиктовых конгломератов свиты характерна грубая ритмичная слоистость с элементами крупных пологих косослоистых серий, низкая степень зрелости, плохая сортировка осадочного материала и отдельные плавающие гальки и валуны или их группы.

Апаярвинская свита (700 м) сложена основными эффузивами и имеет многопокровное строение. Стратотипический разрез ее расположен западнее оз. Апаярви, парастратотипом является разрез восточнее оз. Вуоснаярви. Среди разновидностей вулканитов выделяются массивные, неявнополосчатые диабазы с матрацевидной и подушечной отдельностью и языками течения, миндалекаменные, порфириновые и порфиритовые разновидности. Наблюдаются отдельные покровы меланократовых пикробазальтов и пикритов.

Кайларская свита (300 м) представлена осадочными метаспородами. В разрезах у бывшей ж. д. станции Кайлары, на горе Пайнотунтури и на восточном берегу оз. Хосиярви выделяются три пачки. Нижняя пачка (50 м) представлена пестроокрашенными доломитами (преобладают кирпично-красные тона) с прослоями слюдисто-карбонатных сланцев. Средняя пачка (100 м) образована слюдистыми, серицитовыми, филлитовидными сланцами с тонко распределенным углеродистым веществом. В верхах разреза появляются маломощные прослои карбонатных пород. Пачка завершается покровом мелкозернистых диабазов и метатуфов. Верхняя пачка (150 м) характеризуется преимущественным распространением светло-серых, серых кварцито-песчаников и туфопесчаников. В верхней части разреза пачки прослеживаются маломощные слои доломитов.

Соткойвинская свита (900 м) является существенно вулканогенной. Свита доступна изучению лишь фрагментарно, вследствие чего корреляция частных разрезов является условной. В разрезе свиты можно предполагать наличие не менее восьми крупных лавовых пакетов мощностью от 50 до 100 м. В основании пакетов обычно наблюдаются покровы мелкозернистых массивных диабазов, в их верхних частях развиты потоки мандельштейнов и роговообманковых порфиритов.

Хирвинаволокская свита (250 м) выделена на островах Кукаозера в Кукаозерской структуре и представлена графитсодержащими карбонатносланцевыми породами [137]. Графитсодержащие тонкозернистые черные сланцы располагаются выше пачки переслаивания кианитсодержащих слюдистых, слюдисто-карбонатных сланцев и мраморов. В свою очередь

черные сланцы перекрываются амфиболитами и роговообманковыми сланцами. Среди черных сланцев выделяются разновидности с пиритом и пиротином.

Панская серия ( $KR_{\frac{1}{2}}pn$ ) объединяет людииковийские образования западной части Имандра-Варзугской СФЗ. Наиболее полные разрезы ее изучены в бассейнах рек Пана, Томинга, Соленых озер [582]. В состав серии входят ильмозёрская и панареченская свиты.

Ильмозерская свита (2500 м) делится на две подсвиты: нижнюю – вулканогенно-осадочную и верхнюю – эффузивную.

Нижняя подсвита ильмозерской свиты (650–800 м) залегает на верхнеумбинских вулканитах со стратиграфическим перерывом, незначительным размывом и структурным несогласием в северном крыле структуры. Она делится на три пачки [582]. Нижняя пачка (ручья Сухого): в нижней части сложена вулканогенными конгломератами, разнозернистыми вулканомиктовыми метапесчаниками и туфоконгломератобрекчиями, в которых резко преобладает обломочный материал подстилающих верхнеумбинских вулканитов. Они перекрыты ритмичнослоистыми кварц-хлорит-серицитовыми сланцами по песчаникам и алевропелитам с горизонтами метасилицитов в основании и кровле. Средняя пачка сложена карбонатными породами, нередко окварцованными. Среди них различаются слюдястые пестроцветные, мраморизованные, водорослевые, онколитовые, алевролитистые доломиты, известковистые доломиты, доломитовые известняки и известняки. Верхняя пачка весьма пестрая по составу. По всему её разрезу ритмично чередуются туфогенные углеродсодержащие метаалевропесчаники, метаалевролиты, метапелиты, в тектонических зонах брекчированные с кварцем, сульфидами и графитом. Маломощные прослои вулканитов нормального ряда (базальтов и метадацитов) встречаются в разных частях разреза. Более мощные линзы трахибазальтов и их туфов характерны для средней части разреза и по простиранию выклиниваются.

В районе Мунозерского купола породы нижнеильмозёрской подсвиты (800 м) залегают на арваренчской свите. Верхняя подсвита ильмозерской свиты (700 – 2000 м) в нижней части сложена недифференцированными толеитовыми метабазами бластоофитовой структуры, маломощными в северном крыле синклиория и доминирующими в бассейне р. Томинги. Выше они сменяются магниезальными метабазами (развиты спорадически)–андезибазами–андезидацитами дифференцированной серии. Преобладают в разрезе метаандезибазы, обычно микрозернистые, нередко миндалекаменные в верхах покровов и порфиоровые – в низах.

Панареченская свита (1150–1250 м) залегает в одноименной депрессии в ядре Имандра-Варзугского синклиория и имеет двучленное строение. Нижняя подсвита (850 м) делится на две пачки. Первая пачка сложена мелко-среднезернистыми аркозовыми метапесчаниками с отдельными линзами олигомиктовых кварцевых или граувакковых метапесчаников и маломощными горизонтами метаалевролитов и сланцев по пелитам. Различаются серицитовые, серицит-хлоритовые, двуслюдяные и углеродсодержащие слюдястые разновидности. Вторая пачка отличается более пестрым составом – аркозовые метапесчаники чередуются с черными сульфидно-

углеродистыми кварц-хлоритовыми, кварц-серицит-хлоритовыми и кварц-хлорит-двуслюдянными сланцами и отдельными потоками metabазальтов, метапикробазальтов, пикритовых и базальтовых туфов и туффитов. Вверх по разрезу количество прослоев вулканогенных пород возрастает.

Верхняя подсвета (более 350 м) сложена недифференцированными толеитовыми metabазальтами с отдельными покровами метапикритобазальтов, прослоями и линзами осадочных пород, базальтовых и пикритовых туфов. Metабазальты обычно однородные мелкозернистые до афанитовых, реже – среднезернистые, структура их и пикробазальтов бластоофитовая, реже порфирировая. Минеральный состав – обычный для зеленосланцевой фации: актинолит, плагиоклаз, хлорит, эпидот, магнетит. Для пикробазальтов характерно повышенное количество карбоната и магнетита. Благодаря последнему они выделяются на картах магнитного поля.

В районе озер Солёные панареченская свита (3000 м) залегает на верхнеильмозёрских андезитах и также имеет двучленное строение. Нижняя подсвета (850 м) в низах разреза представлена переслаиванием углеродсодержащих рассланцованных туфогенных метаалевролитов, метапелитов, слюдиисто-кварц-плагиоклазовых и сульфидно-углеродистых сланцев с отдельными покровами metabазальтов и телами никеленосных габбро-верлитов, аналогичных такому печенгского никеленосного комплекса. В верхней части этого разреза содержатся туфогенные метаморфизованные конгломераты. Они перекрыты толеитовыми недифференцированными metabазальтами и эпидот-актинолитовыми сланцами по ним. Завершается разрез переслаиванием углеродсодержащих туфогенных метапесчаников, метаалевролитов, метапелитов и сульфидно-углеродистых сланцев. Верхняя подсвета (более 2000 м) слагает возвышенность Митриярви севернее озер Солёные. Залегает на черносланцевой толще предположительно согласно. Большей частью сложена массивными раскристаллизованными офитовыми metabазальтами, метаморфизованными в зеленосланцевой фации. В низах и верхах разреза В. Ф. Смолькин [441] отмечает шаровые и массивные лавы ферропикритов.

### **Вепсийский надгоризонт**

Породы этого уровня распространены локально только в пределах Имандра-Варзугской СФЗ и представлены самингской толщей.

Самингская толща ( $KR_2^3sm$ ) выполняет впадину, эксцентрически вложенную в ядро Имандра-Варзугской структуры, и несогласно залегает на разноуровневых породах панареченской свиты панской серии. Сложена толща хлорит-серицит-кварц-плагиоклазовыми сланцами, часто с карбонатом, по дацитам и риодацитам. В нижней части толщи они переслаиваются с отдельными потоками метариолитов, единичными – метаандезитов, магнезиальных metabазальтов, горизонтами черных сульфидно-углеродистых сланцев, линзами плагиоклаз-кварц-серицитовых сланцев. Плосчатые сульфидно-углеродистые сланцы содержат 1,29% и 6,13% углерода. Metаморфизованные андезиты, их туфы и базальты встречены в одном районе, где они слагают покров переменного состава мощностью

около 50 м. Плагноклаз-кварц-серицитовые сланцы неясного генезиса слагают линзы до 30 м мощности, встречающиеся на разных уровнях разреза.

Верхняя часть толщи, мощностью до 175–200 м, более монотонна, сложена сланцами по дацитам и риодацитам и их туфам, с подчиненными покровами метариолитов. Мощность отдельных покровов от 0,5 до 10–12 м, прослой туфов имеют мощность в первые см и дм. В одном случае зафиксированы псефито-агломератовые туфы типа игнимбритов. Большая часть вулканитов кислого состава превращена в сланцы хлорит-серицит-кварц-полевошпатового или хлорит-серицит-кварц-карбонат-плагноклазового состава, однако их первичные структуры и текстуры сохраняются. Для лав характерны бластопорфировые структуры с бластофельзитовой структурой основной массы. Фенокристы представлены кислым плагноклазом и оплавленным кварцем, количество их обычно колеблется в пределах 5–20%. Соотношение хлорита и серицита меняется в зависимости от основности породы: в дацитах преобладает хлорит, в риолитах – серицит. По химическому составу все вулканиты образуют единую (калиево-натриевую) серию нормальнощелочных пород от андезитов до риолитов. Изотопный возраст дацитов (Rb-Sr метод) составляет  $1870 \pm 71$  млн лет [156].

## ВЕРХНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ

Верхний протерозой на площади листа Q-36 представлен осадочными отложениями среднего, верхнего рифея. Они известны на побережье Кольского полуострова, но преимущественно развиты в акватории Белого моря (Терская СФЗ), где заполняют прогибы Беломорской интракратонной зоны.

## СРЕДНИЙ–ВЕРХНИЙ РИФЕЙ

Образования среднего и верхнего рифея на территории Кольского полуострова представлены оленицкой серией, а в акватории Белого моря по сейсмическим данным в толще нерасчлененных средне-верхнерифейских отложений выделено два сейсмокомплекса: нижний, ограниченный отражающими горизонтами «F–P» и верхний, заключенный между отражающими горизонтами «P–D». **Выделенные сейсмокомплексы не являются региональными, а условно рассматриваются как крупнейшие местные сеймо-стратиграфические подразделения.**

О л е н и ц к а я с е р и я ( $R_{2-30}$ ). Отложения наиболее детально изученного подразделения оленицкой серии – терской свиты (более 225 м) вытянуты в виде широкой полосы в бассейне р. Юлица. Залегают они с угловым несогласием на архейских образованиях. В составе свиты выделяются песчаники, алевролито-песчаники и алевролиты. В основании свиты залегают 40-метровая пачка крупно- и мелкогалечных конгломератов. Алевролиты красновато-бурого цвета, тонкослоистые плотно сцементированные. Цемент их глинисто-железистый, базальный. Алевропесчаники – темно-бурого цвета, тонкоплитчатые, равномернoзернистые. Преобладающие зерна полевых

шпатов и кварца плохо окатаны. Цемент (20%) – железистый, поровый. Песчаники аркозовые, с железистым цементом от тонкозернистых до гравелитистых, красновато-коричневые, с хорошо выраженной косою или горизонтальной слоистостью. Отложения турьинской свиты (370 м) слагают небольшие эрозионные останцы в пределах п-ова Турий. Сложена свита граувакковыми песчаниками и алевропесчаниками, переходящими вверх по разрезу и по латерали в аркозовые. Кварцевые песчаники и гравелиты наблюдаются в виде мало мощных прослоев.

Оленицкий сейсмокомплекс F–P ( ${}^S\text{RF}_{2-30}$ ) слагает большую часть рифейского разреза, установленного в пределах Терской ступени и Кандалакшско-Онежского грабена Беломорской интракратонной зоны. Сейсмокомплекс получил собственное название «оленицкий» по одноименной серии, породы которой, распространенные на сопредельной суше Кольского полуострова, непосредственно переходят в образования этого сейсмокомплекса. Снизу сейсмокомплекс ограничен отражающим горизонтом «F», который соответствует поверхности архейско-раннепротерозойского фундамента, а сверху – горизонтом «P» (в области перекрытия его образованиями вышележащего сейсмокомплекса) (рис. 2) либо поверхностью предчетвертичного денудационного среза – горизонтом «D» (рис. 3). Эта поверхность отчетливо прослеживается на сейсмоакустических профилях как угловое и стратиграфическое несогласие, которое разделяет пачку плащеобразно залегающих рефлекторов, связанных с четвертичными образованиями, сверху и косо ориентированную систему отражений от толщи рифейских пород внизу, под поверхностью денудационного среза.

Отражающий горизонт «F» на профиле WS 0720 представлен как ярко выраженное угловое и стратиграфическое несогласие, разграничивающее дислоцированные архейско-нижнепротерозойские образования и субгоризонтально залегающие осадочные толщи рифея. В целом на исследованной площади поверхность дорифейского основания на сейсмических разрезах МОГТ опознается по смене субсогласных, субгоризонтально или наклонно залегающих (в зависимости от направления профиля и, соответственно, видимого угла падения), относительно выдержанных отражений оленицкого сейсмокомплекса, менее выдержанными, местами хаотическими, осями синфазности ниже этой границы. В сечении отдельных профилей в архейско-нижнепротерозойской толще наблюдаются также достаточно протяженные, но резко несогласные по отношению к вышележащей толще оси синфазности, характеризующие внутреннюю расслоенность дорифейского фундамента. Дополнительным признаком, который фиксирует резкую смену акустических свойств пород, служит частично-кратное отражение от горизонта «F» (фундамент плюс дно моря).

На исследуемой акватории Белого моря сейсмокомплекс прослеживается непосредственно под четвертичными осадками в ее северо-западной части, в пределах Терской ступени и северного борта Кандалакшско-Онежского грабена. В осевой части прогиба, имеющего форму асимметричного полуграбена с главным сбросом амплитудой до 8 км, простирающимся вдоль Карельского берега, отложения сейсмокомплекса залегают в интервале глубин 3,5–9,5 км.

В волновом сейсмическом поле главный сброс проявляется резкой сменной сравнительно регулярного рисунка осей синфазности отражающих горизонтов, характерного для рифейских отложений, на хаотичное волновое поле с беспорядочно регистрируемыми, непротяженными, криволинейными и динамически ярко выраженными рефлекторами. Структуру оленецкого сейсмокомплекса формирует серия относительно выдержанных высокоамплитудных рефлекторов, прослеживающихся в его нижней и верхней части и разделенных зонами акустически более прозрачной записи с непротяженными отражениями. Внутренние рефлекторы имеют видимый наклон с северо-востока на юго-запад, в сторону главного сброса, ограничивающего Кандалакшско-Онежский грабен, и только вблизи плоскости сброса испытывают «задиры» противоположного направления. В структуре сейсмической записи отображается цикличность осадконакопления.

Красноцветные отложения оленецкой серии сопоставлены нами с образованиями одноименного сейсмокомплекса на акватории. Однако соотносить их с определенной частью его разреза можно лишь приблизительно. Учитывая глубокий денудационный срез отложений в конце рифея–раннем венде, вероятно, что породы оленецкой серии соответствуют нижней части разреза сейсмокомплекса.

Мощность оленецкого сейсмокомплекса достигает 6 км.

Сейсмокомплекс P-D ( $^S$ RF<sub>2-3</sub>) локализован в осевой, наиболее погруженной, зоне грабена. Он, также как и оленецкий сейсмокомплекс, выделен впервые в процессе работ по составлению данного листа и смежного с ним листа Q-37. Отражающий горизонт «P», ограничивающий снизу сейсмокомплекс, прослеживается в кровле пакета интенсивных рефлекторов и разделяет разрез рифея на два явно различных по волновой картине интервала (рис. 2). В целом верхний сейсмокомплекс выглядит акустически более прозрачным. Подошва сейсмокомплекса (отражающий горизонт «P») имеет вид несогласия типа подошвенного прилегания, которое указывает на смену режима осадконакопления. В отдельных пересечениях структура комплекса выглядит отчетливо слоистой, особенно в верхней его части, ограниченной хорошо выраженным несогласием эрозионного типа. В верхней части комплекса также прослеживаются характерные протяженные, слабоинтенсивные отражающие горизонты.

К сожалению, сложные сейсмогеологические условия и связанные с этим помехи, которые не удалось полностью подавить при обработке, затрудняют геологическую интерпретацию. Поэтому не совсем ясна природа интенсивных, часто дискордантных многофазных отражений, наблюдаемых в средней части комплекса на отдельных профилях. Нельзя исключать их связь как с реальными геологическими телами – интрузиями, так и с отраженно-преломленными волнами, которые, косвенно, указывают на неоднородность этой части разреза.

По положению в разрезе этот комплекс, залегающий стратиграфически выше оленецкого, должен быть моложе и может относиться к верхнему рифею, но доказательства этого отсутствуют.

Мощность сейсмокомплекса до 3,5 км.

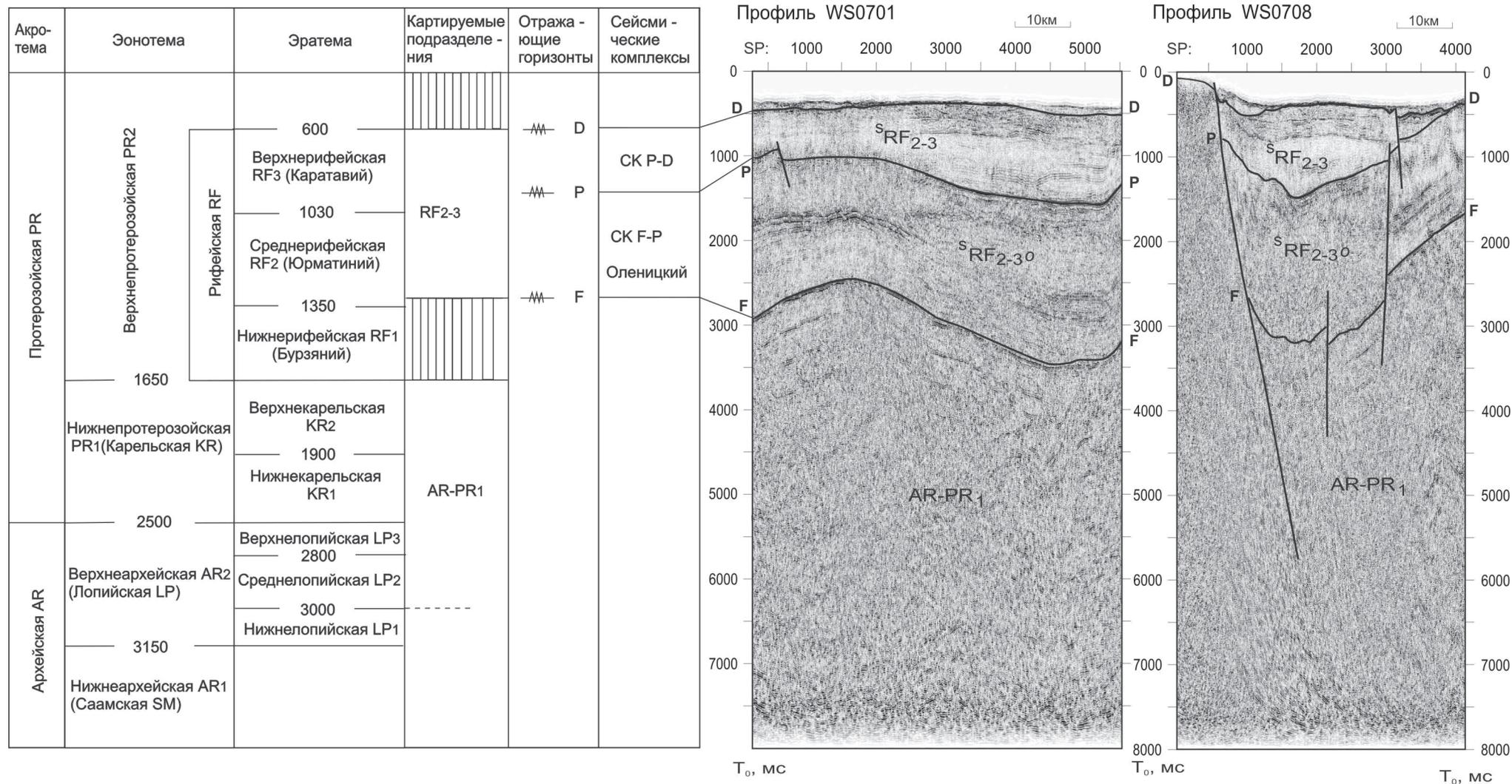


Рис. 2. Фрагменты сейсмических временных разрезов МОГТ (профили WS0701, WS0708) со схемой соотношения геологических и сеймостратиграфических подразделений, отражающие строение рифейских отложений Беломорской интракратонной зоны. Данные ОАО «МАГЭ». Интерпретация С. П. Павлова, С. И. Шкарубо. Компьютерное оформление В. Ю. Лебедевой, А. В. Сотниковой.

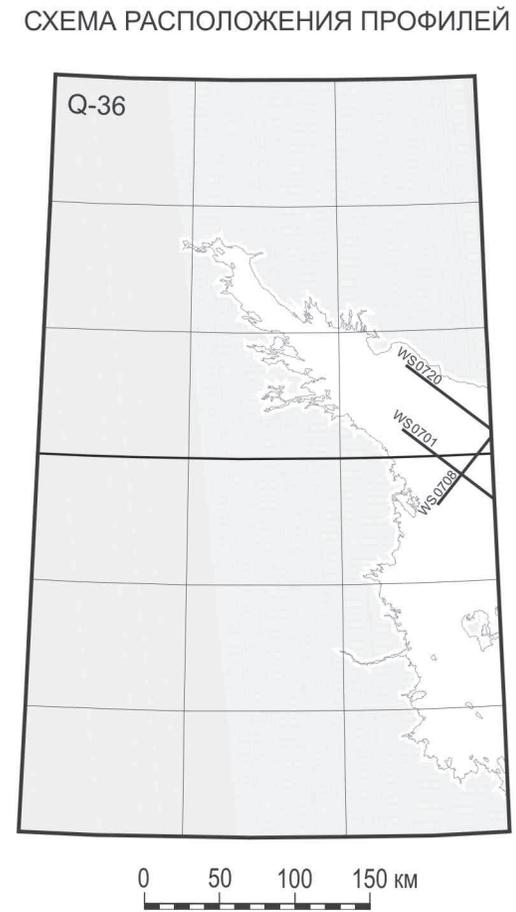
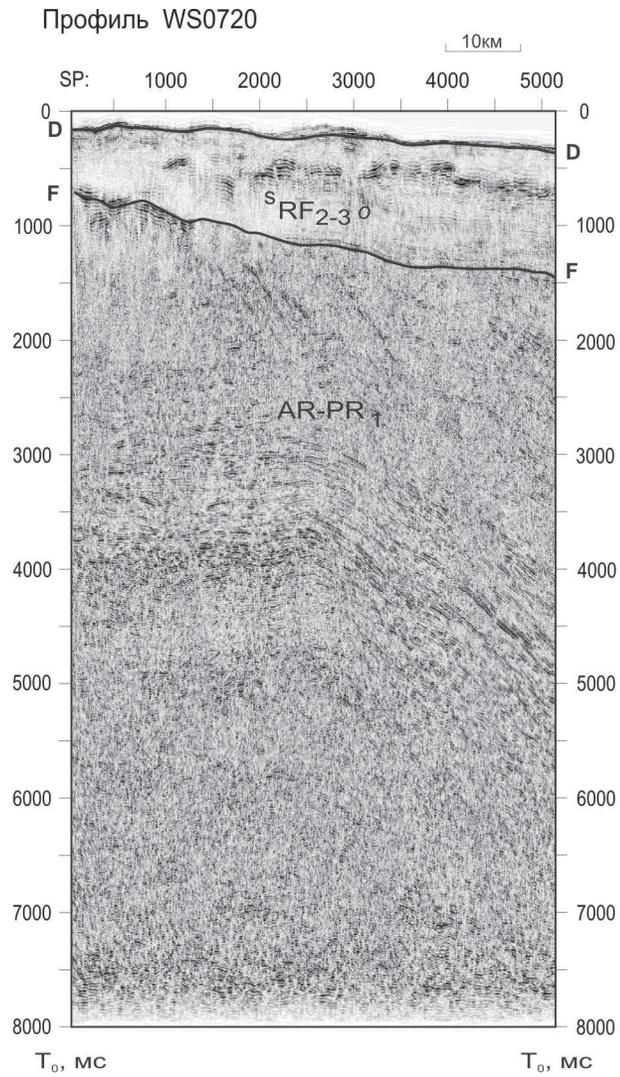


Рис. 3. Фрагмент сейсмического временного разреза МОГТ (профиль WS0720), отражающий строение рифейских отложений Беломорской интракратонной зоны. Данные ОАО «МАГЭ». Интерпретация С. П. Павлова. Компьютерное оформление В. Ю. Лебедевой, А. В. Сотниковой. Схема расположения профилей.

## ВЕНД

### ВЕРХНИЙ ВЕНД

#### Валдайский надгоризонт

Вендская система представлена на рассматриваемой территории валдайским надгоризонтом, относящимся к верхнему подразделению венда. Залегает валдайский надгоризонт субгоризонтально с наклоном в доли градуса в юго-восточном направлении.

**Редкинский горизонт.** Усть-пинежская свита ( $V_{2up}$ ). Свита распространена на островах Соловецкого архипелага. Представлена аргиллитами шоколадно-коричневыми, реже зеленовато-серыми с редкими прослоями песчаников, алевролитов, пепловых туфов и туффитов. В основании свиты повсеместно встречаются грубозернистые песчаники, переходящие в гравелиты и конгломераты, чаще же аргиллиты залегают на кристаллическом фундаменте без базального горизонта.

## ПАЛЕЗОЙ

В составе палеозойской группы на территории листа выделяются отложения девона.

### ДЕВОН

На территории листа закартированы только нерасчлененные вулканогенно-осадочные образования нижнего и среднего отделов.

#### НИЖНИЙ–СРЕДНИЙ ДЕВОН

Ловозерская толща ( $D_{1-2lv}$ ) распространена на Кольском полуострове между озерами Имандра и Контозеро в кровле Ловозерского массива щелочных и нефелиновых сиенитов. Преимущественно это щелочные вулканиты и песчано-глинистые породы с предположительно реконструируемой мощностью до 650 м. По химическому составу вулканиты дифференцированы от щелочных пикритов и тефритов до щелочных трахитов и фонолитов. Изотопный возраст вулканогенных пород свиты, полученный изохронным Rb-Sr методом, равен  $446 \pm 56$  млн лет [11]. В осадочных породах свиты обнаружена девонская флора *Psygmaephyllum* cf. *williamsoni* Z a l., *Archaeopteris* sp., *Rhachiopteris* sp.

На территории листа стратифицированные образования представлены в основном породами среднего лопия и протерозоя. Стратиграфическое расчленение полностью соответствует региональной стратиграфической схеме и Общей хроностратиграфической шкале докембрия. Однако положение границы архея и протерозоя в регионе остается дискуссионным. По составу и строению выделяются различные типы разрезов, объединяемые

в СФЗ и СФО. Наиболее полные разрезы раннего докембрия характерны для Карельской СФО. Во внутренних частях Карельской СФО формируются толщи преимущественно кислых вулканитов или осадков. В Кольской СФО это видно на смежном листе Q-37. **Наиболее мощные разрезы, обогащенные основными и ультраосновными вулканитами, тяготеют к краевым частям СФО.** В лопии выделяются три стадии вулканизма, разделенные накоплением терригенных осадков, образующие разрезы ЗКП (табл. 1). В раннем протерозое выделяются два этапа основного вулканизма в основании разрезов нижнего и верхнего карелия. Этапы вулканизма разделены этапом накопления преимущественно терригенных осадков ятулия. Своеобразие ятулия (нижний карелий) определяется образованием площадных кор химического выветривания, широким развитием мономиктовых кварцитов и кварцевых конгломератов в сочетании с высококальциевыми пелитами, наличием разнообразных строматолитов в верхней части разреза, выявленным аномально тяжелым составом карбонатного углерода. Характерным отличием вулканитов верхнего карелия является повышенное содержание в метапелитах углеродистого вещества и присутствие среди лав магнезиальных базальтов и (или) пикритов. Для вулканитов Кольской СФО характерна повышенная щелочность.

Рифейские отложения распространены преимущественно в акватории Белого моря и на южном берегу Кольского полуострова. Они представлены терригенными, часто красноцветными, осадками.

## ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Отложениями квартера перекрыта с поверхности почти вся территория листа. Лишь на ограниченных по площади, изолированных участках водоразделов, речных долин и морского дна обнажаются породы докембрия и палеозоя.

Мощность четвертичных отложений на суше изменяется в широких пределах, достигая 225 м, возрастая в депрессиях коренного ложа, погребенных долинах и зонах краевых ледниковых образований. В понижениях дочетвертичного рельефа, где наиболее полно сохранились образования квартера, их разрез усложнен по сравнению с относительно простым его строением на водоразделах. Так, в бассейнах низовьев рек, впадающих в Белое море, в разрезе толщи неоплейстоцена прослеживается несколько горизонтов морен и морских межледниковых отложений, а в межгорных впадинах Хибинских и Ловозёрских тундр – несколько горизонтов морен и межледниковых озёрных отложений.

Мощность четвертичного покрова в пределах акватории испытывает резкие колебания от 0 до 80–150 м, составляя в среднем 30–40 м [414, 305, 468]. Распределение мощностей крайне неравномерно и не совпадает с рельефом поверхности коренных пород. Максимальные ее значения зафиксированы в узких желобах, располагающихся вдоль южного борта Кандалакшского грабена, в моренных грядах, развитых вдоль Терского берега.

Расчленение образований квартера произведено в соответствии с Унифицированной региональной стратиграфической схемой четвертичных отложений севера и северо-запада Восточно-Европейской платформы, утвержденной МСК в 1984 г. [403] и обновленной в 1999 г. [592], а также с последующими решениями РМСК и МСК вплоть до 2009 г. При составлении карты четвертичных образований основой служила карта четвертичных отложений листов Q-(35), 36, 37 – Кировск м-ба 1:1 000 000, дополненная полученными при более поздних исследованиях материалами. В пределах шельфа для составления карты были привлечены новейшие сейсмоакустические данные, полученные ОАО «МАГЭ», а также результаты геологических исследований ФГУНПП «Севморгео» и ИО РАН по целевой программе «Мировой океан» (2006–2008 гг.).

В основу расчленения отложений квартера положен генетико-климато-стратиграфический принцип [609, 628]. В разрезе толщи четвертичных образований листа выделены гетерогенные образования среднего, верхнего, нерасчленённых нижнего–верхнего звеньев неоплейстоцена и голоцена (рис. 4).

## **НЕОПЛЕЙСТОЦЕН**

В пределах листа в составе неоплейстоцена выделены образования среднего звена (озёрные, аллювиальные, флювиогляциальные, ледниковые), верхнего звена (морские, морские перлювиальные, озёрные, озёрно-аллювиальные, озёрные и палюстринные, ледниково-озёрные, флювиогляциальные, ледниковые, ледниково-морские), нерасчленённые отложения нижнего–среднего звеньев (морские декливиальные), голоценовые (морские, морские перлювиальные, аллювиально-морские, эоловые, палюстринные, озёрные, аллювиальные, техногенные), нерасчленённые отложения верхнего звена неоплейстоцена–голоцена (ледниковые, ледниково-озёрные, флювиогляциальные, морские, озёрные, элювиальные, элювиальные и делювиальные).

## **Среднее звено**

В составе среднего звена неоплейстоцена выделяются отложения лихвинского горизонта и среднерусского надгоризонта, представленного вологодским, горкинским и московским горизонтами.

## **Среднерусский надгоризонт**

В составе среднерусского надгоризонта выделены озёрные и аллювиальные отложения горкинского горизонта, ледниковые и флювиогляциальные образования московского горизонта.

Озёрные отложения горкинского горизонта (IIIgr) вскрыты расчисткой в районе флогопитового карьера, севернее г. Ковдор (опорный разрез, 21). Отложения представлены песками, алевролитами

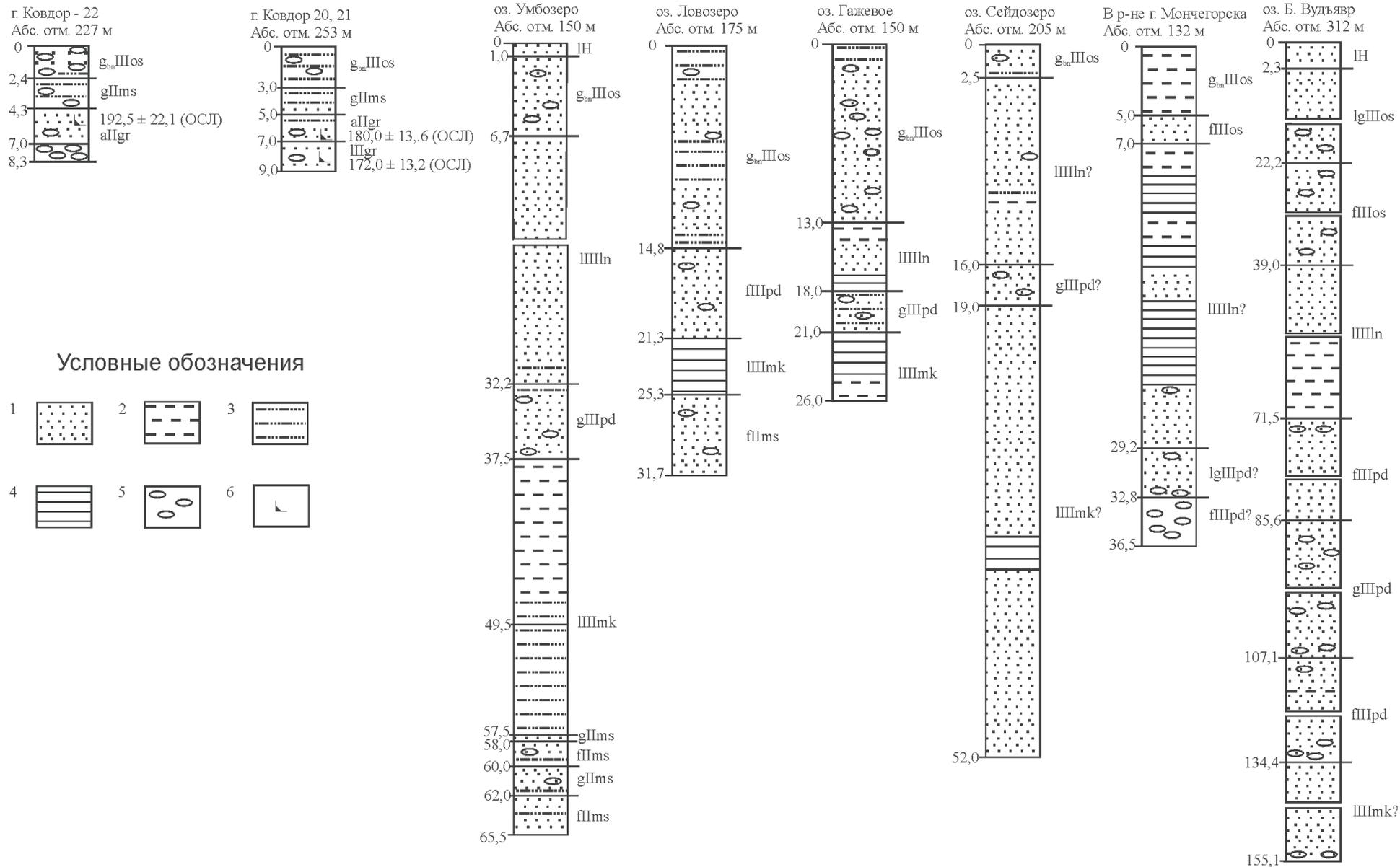
(мощность более 1,8 м). Нижняя граница озерных отложений не вскрыта, они перекрыты аллювиальными отложениями горкинского горизонта. В нижней части разреза – пески светлые мелкозернистые, кварц-полевошпатовые, тонкопереслаивающиеся с серыми алевритами; слоистость горизонтальная. Верхняя часть редуцирована, сложена песками серыми и почти белыми переслаивающимися. Слоистость косая и горизонтальная. Гранулометрические спектры характеризуются унимодальным распределением с модой 0,315–0,250 мм, тонкозернистая и грубозернистая ветви эмпирических полигонов распределения (ЭПР) закрыты. Такие спектры характерны для отложений пляжей. Время формирования осадков определено ОСЛ-датированием:  $180 \pm 13,6$  (RLQG 1868–039) и  $172 \pm 13,2$  (RLQG 1864–039) тыс. лет. Датирование было выполнено А. Н. Молодьковым в лаборатории четвертичной геохронологии (Таллиннский технологический университет, Институт геологии).

Необходимо упомянуть разрез четвертичных образований, вскрытый при постройке Князегубской ГЭС в 1950-х годах. Здесь, в узкой впадине в кристаллических образованиях, в основании четвертичного разреза были вскрыты глины, выше – ледниковые образования, отнесённые Н. И. Апухтиным (1957ф) к среднему неоплейстоцену. Глины тёмно-серого цвета, плотные, рассланцованные, с редкой галькой кристаллических пород, с линзами и прослоями (до 10 см) супесей, богатых карбонатным веществом и кварцевым песком. Мощность глин 2,75 м. Генезис глин неясен, можно только предположить их горкинский возраст.

Аллювиальные отложения (**allgr**) изучены в разрезах в районе г. Ковдор (опорные разрезы, 21, 22), в стенках карьеров. Отложения представлены галечниками, гравийно-песчаными и гравийно-галечными отложениями, песками, валунниками; преобладает косая слоистость. Мощность до 3,8 м. Залегает аллювий либо непосредственно на коре выветривания, либо на озерных горкинских отложениях; перекрыт мореной московского горизонта. Аллювий послойно интенсивно ожелезнен. Возраст аллювия также установлен ОСЛ-датированием:  $192,5 \pm 22,1$  тыс. лет (RLQG 1865–039).

**Московский горизонт** включает ледниковые и флювиогляциальные образования.

Ледниковые отложения московского горизонта (**gIIms**) установлены в разрезах карьеров в западной части Мурманской области близ г. Ковдор, на левом берегу р. Пила в месте пересечения ее дорогой Кандалакша–Умба и в других разрезах. Она залегает на коренных породах либо на отложениях горкинского горизонта (восточнее границы листа и в разрезах близ г. Ковдор, 21). В разрезах близ Ковдора морена перекрыта ледниковыми образованиями осташковского горизонта, в районе оз. Ловозеро – озерными микулинскими осадками. Морена представлена супесями светло-, темно-серыми или коричневато-бурыми плотными, с гравием, галькой и валунами средней и плохой окатанности. Содержание крупнообломочного материала достигает 80%. ЭПР песчаной части полимодальное, отчётливо проявляется вершина 0,500–0,630 мм (4,5–4,8%) и ещё две вершины – 0,400–0,500 мм и 0,315–0,250 мм (содержание каждой



**Рис. 4. Схема сопоставления разрезов четвертичных образований**

1 – пески; 2 – глины; 3 – супеси; 4 – ленточные глины; 5 – галька и валуны; 6 – пункты геохронологических определений (ОСЛ – метод оптически стимулированной люминесценции); IIIgr – озерные отложения горкинского горизонта; aIIgr – аллювиальные отложения горкинского горизонта; fIIms – флювиогляциальные отложения московского горизонта; gIIms – ледниковые отложения московского горизонта; IIImk – озерные отложения микулинского горизонта; gIIIpd – ледниковые отложения подпорожского горизонта; IIIln – озерные отложения ленинградского горизонта; fIIos – флювиогляциальные отложения осташковского горизонта; lgIIos – ледниково-озерные отложения осташковского горизонта; g<sub>bn</sub>IIos – ледниковые образования основной морены осташковского горизонта; IH – голоценовые озерные отложения.

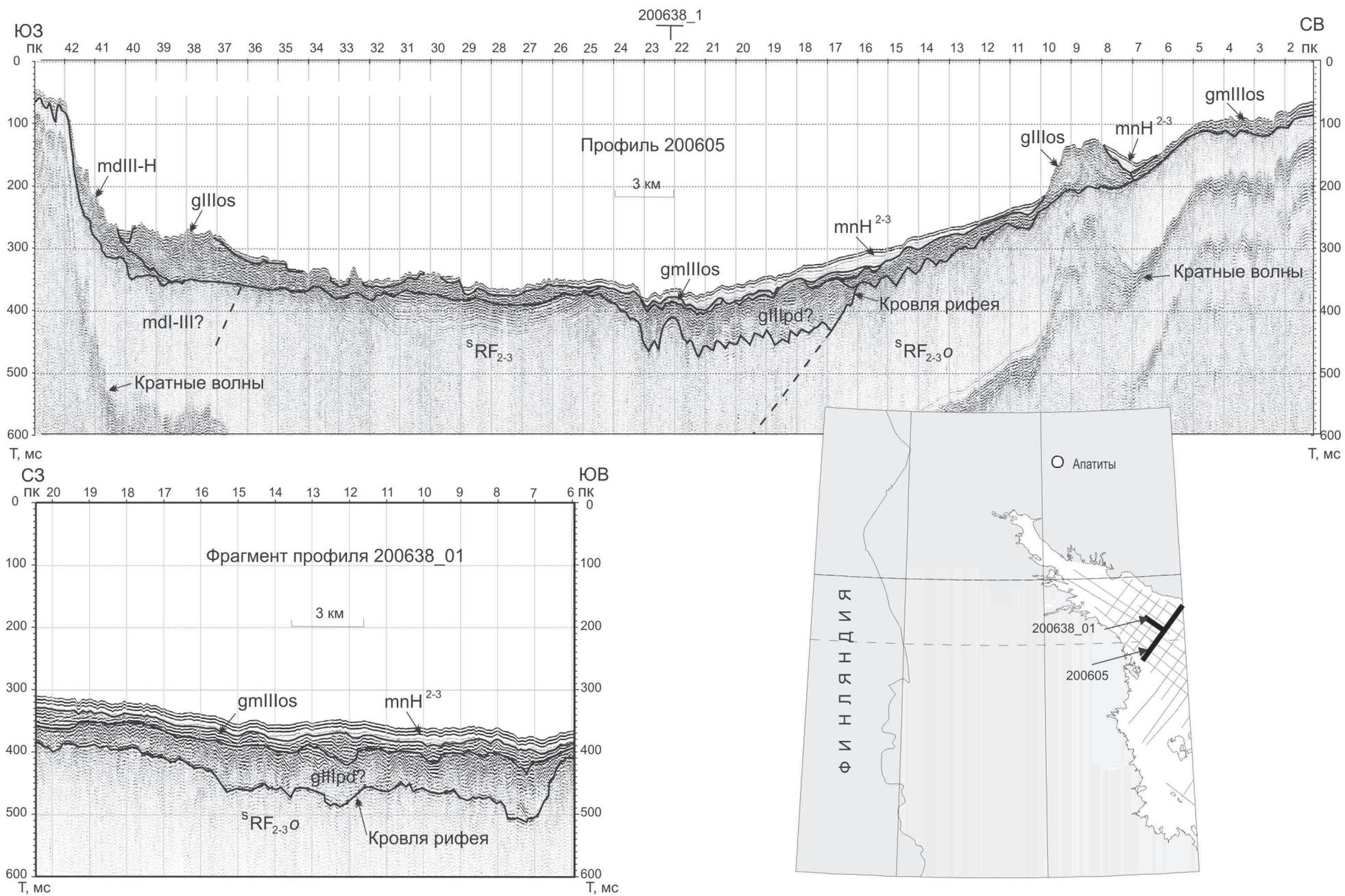


Рис. 5. Строение четвертичных образований в Кандалакшском грабене. Материалы ОАО «МАГЭ». Интерпретация В. А. Журавлева.

фракции – 7–8%). Тонкозернистая ветвь открыта, грубозернистая – закрыта. Такие распределения характерны для морен. Мощность морены превышает 2,5 м [336]. Согласно данным В. Я. Евзерова, возраст песчаной толщи, перекрывающей морену в разрезе на р. Пила, определен методом термолюминесцентного анализа в 75 000 л. н. По данным авторов, морена подстилается песками, возраст которых составляет  $172 \pm 13,2$  тыс. лет и более.

В котловане при постройке Князегубской ГЭС были вскрыты супеси тёмно-серого, почти чёрного цвета, с высоким содержанием песка различной крупности, гравия и валунов, мощностью до 10 м. Супеси условно отнесены Н. И. Апухтиным (1957ф) к среднему звену неоплейстоцена.

Флювиогляциальные отложения московского горизонта (fIms) залегают в виде прослоев и линз в морене, а также перекрывают и подстилают ее. Мощность их до 3,5 м. В составе отложений преобладают пески, пески с галькой, реже встречаются галечники.

## Верхнее звено

Верхнее звено неоплейстоцена представлено микулинским горизонтом и валдайским надгоризонтом.

**Микулинский горизонт** представлен морскими, озёрными, нерасчленёнными озёрными и болотными осадками.

Морские отложения (mIII<sup>mk</sup>) в пределах листа выделены только на акватории Белого моря, где по данным сейсмоакустического профилирования в глубоких врезках они подстилают ледниковые образования ошашковского возраста. На записи НСАП для них характерны протяженные, иногда прерывистые яркие отражения. Судя по приморским разрезам, описанным на листе Q-37, морские отложения представлены песками, глинистыми песками, песчано-алевритовыми глинами, глинами. Мощность до 10–30 м.

Озерные отложения (I<sup>III</sup>mk?) условно выделены в западной части Мурманской области. К ним отнесены отложения, залегающие на морене московского возраста в разрезе карьера на р. Пила. В их составе преобладают пески светло-серые с гравием, галькой и уплощенными валунами средней степени окатанности. Мощность их до 1,0 м. Возраст песчаной толщи по результатам термолюминесцентного анализа – 75 тыс. л. н. [538]. Более уверенно озерные отложения выделены в районе г. Ковдор, озер Умбозеро, Ловозеро, Вудъявр, Гажевое, залегающие на образованиях московского ледникового комплекса. Осадки представлены песками, песками с гравием, галькой, глинами. Мощность до 33 м.

Озерные и болотные отложения (I, pI<sup>III</sup>mk) выделены В. Я. Евзеровым в западной части Мурманской области в карьере рудника «Железный» близ г. Ковдор. Они залегают на московской морене и перекрывают мореной подпорожского горизонта. По межледниковому характеру палинологических спектров осадки отнесены к микулинскому горизонту. Представлены отложения горизонтальнослоистой светло-зеленой супесью, сменяющейся вниз по разрезу светло-коричневым суглинком и торфом (линза протяженностью до 16 м и мощностью 1–7 м). Мощность 16,5 м.

## Валдайский надгоризонт

Валдайский надгоризонт включает подпорожский, ленинградский и осташковский горизонты. Подпорожский горизонт представлен моренами покровного и горного ледников, ледниково-озёрными и флювиогляциальными отложениями.

**Подпорожский горизонт.** Ледниковые отложения (gIIIpd) выделены в западной части Мурманской области А. Д. Армандом, В. Я. Евзеровым, Б. И. Кошечкиным и др. в карьерах у г. Ковдор, у пос. Лесное к северу от дороги, соединяющей его с пос. Умба [538], а также Н. И. Апухтиным (1957) в районе Нива ГЭС III (Q-36-IX). В Карелии морена вскрыта в юго-западной части листа бурением, у оз. Иванолампки (Экман, 1975).

На Кольском полуострове морена мощностью до 9 м залегает озёрными или морскими осадками ленинградского горизонта и представлена разнозернистыми пылеватыми песками или супесями зеленовато- или коричневатого-серого цвета с включениями гальки и валунов (10–20%) плохо-, реже среднеокатанных, редко – щебня. Подпорожская морена отмечена также в разрезе в районе Умбозера, оз. Вудъявр. Она представлена супесями, суглинками с валунами, галькой. Мощность достигает 22 м.

В Карелии подпорожская морена, представленная супесями с гравием, галькой и валунами гранитов и гранито-гнейсов, залегает на кристаллических образованиях в узкой тектонической депрессии, глубина которой достигает 25 м. Перекрыта морена подпорожским (калининским) флювиогляциалом. Мощность достигает 3 м.

Ледниковые отложения подпорожского горизонта в пределах Белого моря (gIIIpd) выделены по данным сейсмоакустического профилирования впервые (рис. 5). Основанием для выделения являются четкое геологическое положение (в карманах и депрессиях под покровом морены осташковского оледенения) и наличие четкого отражающего горизонта в подошве осташковской морены. Представлены, вероятно, суглинками и супесями, содержащими мелкие валуны и щебень кристаллических пород. Мощность обычно невелика и составляет 10–30 м, но на склонах центральной впадины может достигать 100 м.

Основная морена горных ледников (g<sub>ог</sub>IIIpd) вскрыта скважинами в Хибинах и северных предгорьях Ловозерских Тундр. В Хибинах (котловины озер Большой и Малый Вудъявр, в долине р. Кунийок) наиболее распространены валунно-щебнистые пески с галькой, гравием и серые, зеленовато-серые валунные супеси; реже встречаются валунные суглинки. Количество крупногалечного материала меняется от 15 до 80%, большая его часть (до 90%) представлена хибинскими (местными) породами, местами сцементированными. Цементация происходит в результате разложения нефелина и содалита с образованием аллофана, реже – опала и гиббсита. Мощность морены достигает 41 м.

Флювиогляциальные отложения (fIIIpd) залегают на подпорожской морене или морских осадках микулинского межледниковья. Перекрывают их озерные отложения ленинградского горизонта или морена осташковского оледенения. По литологическому составу во

флювиогляциальных осадках преобладают пески различной зернистости и галечные пески. В поле распространения морены покровного ледника на Кольском полуострове мощность этих осадков не превышает 7 м, в Карелии, в юго-западной части листа – 4 м (Экман, 1975), мощность флювиогляциалов горных ледников достигает 30 м.

Ледниково-озерные отложения (IgIIIpd) мощностью до 6 м залегают на морене или флювиогляциальных образованиях подпорожского горизонта. В их составе – глины ленточные, суглинки, супеси, пески.

**Ленинградский горизонт** включает морские, озерные, озёрно-аллювиальные, нерасчленённые озёрные и болотные отложения.

Морские отложения (mIIIIn) отмечены в районе Нива ГЭС III, где они перекрывают подпорожскую морену и подстилают осташковскую. Осадки представлены иловатыми глинами и суглинками, местами песками и супесями с галькой и редкими валунами. В глинах и суглинках этой толщи обнаружена морская фауна: *Pecten islandicus* Müll., *Astarte elliptica* Br., *As. crebricostata* Forbes, *Modiola modiolus* L. и *Cyprina islandica* L.

Озёрно-аллювиальные отложения (laIIIIn) описаны в Мурманской области А. Д. Арманом, В. Я. Евзеровым, Б. И. Кошечкиным и др. в районе г. Ковдор (в настоящее время разрез уничтожен при расширении карьера). Они залегают под полуметровым слоем осташковской морены на абсолютной высоте 250 м и представлены песчано-галечными и супесчаными отложениями с прослоями торфа (до 0,3 м). Мощность их 6,5 м. Палинологом В. С. Гуновой выделены четыре палинозоны, отвечающие, по ее мнению, средневалдайскому межледниковью [19]. Возраст отложений установлен радиоуглеродным датированием торфа – 31 000 л. н. [232]. Позже эти данные подтверждены В. Я. Евзеровым [193, 195] по другим разрезам близ г. Ковдор, где были выделены три слоя морены, расчлененные водными песчаными и песчано-галечными осадками мощностью 0,1–7 м. Возраст отложений, с размывом залегающих на второй сверху морене, по данным термолюминесцентного анализа, составляет 43,5 тыс. л. н.

Озерные осадки (IIIIn) на Кольском полуострове вскрыты бурением в районе озер Ловозеро, Гажевое, Сейдозеро и на других участках в понижениях рельефа. В Карелии, в юго-западной части листа, лимний вскрыт бурением. Залегает лимний на отложениях подпорожского горизонта, перекрыт образованиями осташковского горизонта. Наиболее полный разрез расположен в районе г. Мончегорск [490], отложения представлены глинами, супесями и суглинками, песками разномзернистыми с гравием и щебнем. Мощность отложений на равнине – до 22,2 м (в районе г. Мончегорска), в горах – до 45 м (оз. Вудъявр).

Спорово-пыльцевые комплексы озерных отложений на Кольском полуострове показывают частую смену во времени лесотундровых и тундровых ассоциаций, характерных для мягких климатических условий, близких к межстадиальным (по заключению Э. С. Плешивцевой). Диатомовая флора, по заключению М. А. Травиной, свидетельствует о формировании осадков в холодном бассейне.

Озёрные осадки ленинградского (молого-шекснинского) горизонта в Карелии, на юго-западе листа в нижней части представлены зеленовато-

серыми алевритами, тонко- и мелкозернистыми песками мощностью до 0,7 м, в верхней части – глинистой гиттией мощностью до 2 м. Гиттия бурого, буровато-серого цвета, слюдистая, участками слоистая. В ней отмечаются остатки и слои аллохтонного торфа мощностью 3–4 мм. В составе пыльцы и спор установлено господство пыльцы древесных пород (84–86%), в составе последних доминирует пыльца сосны (до 74%), в небольших количествах отмечается пыльца березы, ели, ольхи, а также широколиственных пород (не более 3%) и лещины (не более 2%). В группе трав и кустарников преобладает пыльца злаков. По заключению Э. И. Девятовой, большое сходство спорово-пыльцевых комплексов межморенных осадков с такими же комплексами атлантико-суббореального климатического оптимума голоцена позволяет считать эти отложения межледниковыми. Специфическая пресноводная флора, обнаруженная в гиттии, свойственна северным, как правило, небольшим и неглубоким озёрным водоёмам (определения Г. П. Лака). Отнесение осадков к ленинградскому горизонту произведено на основании сходства их спорово-пыльцевых спектров со спектрами петрозаводских пресноводных и озёрно-болотных межморенных отложений, датированных радиоуглеродным анализом в интервале от  $46700 \pm 1100$  (ТА-927) до  $31750 \pm 500$  (ТА-1016) лет назад. Возраст образца торфа –  $43900 \pm 900$  (ТА-487).

Озерные и палюстринные отложения (I, рIIIIn) изучены И. М. Экманом и А. Д. Лукашовым в Карелии, в районе г. Костомукша, где они залегают между подпорожской и осташковской моренами. Мощность их до 3 м. В составе лимния и палюстрия – автохтонный торф, сапропели и суглинки. Палинологические исследования их свидетельствуют о формировании осадков в условиях относительно тёплого климата. Абсолютный возраст коррелятных образований на смежной территории в районе г. Петрозаводск составляет от  $32,52 \pm 0,6$  до  $46,7 \pm 0,1$  тыс. л. н. [513].

**Осташковский горизонт** представлен ледниковыми образованиями горного и покровного ледников, ледниково-озерными, флювиогляциальными осадками, которыми сформирован современный рельеф на преобладающей части территории листа. Сравнительно небольшая площадь, преимущественно вдоль побережья Белого моря, сложена позднеледниковыми морскими и ледниково-морскими осадками. Конечные морены и холмисто-моренный рельеф на территории Северо-Запада фиксируют стадии отступления ледника. Осташковский горизонт рассматривается нами как единое стратиграфическое подразделение в связи с отсутствием стратотипических разрезов, которые позволили бы выделить стадияльные и межстадияльные слои.

Ледниковые отложения основной нормально-пластовой морены ( $g_{bn}$ Шos) залегают с поверхности на породах докембрия и палеозоя или образованиях ленинградского, подпорожского горизонтов и других разновозрастных отложениях. Мощность их чаще всего составляет 3–7 до 50 м. На территории Мурманской области и Карелии морена представлена серыми или коричневато-бурыми пылеватыми валунными песками и супесями, реже суглинками. Включенные в нее гравий, галька, валуны, глыбы, как правило, плохо окатаны, присутствует щебень. Содержание

обломочного материала обычно 10–40%, редко до 80%. При сравнении морен московского и осташковского горизонтов в разрезе близ г. Ковдор видно, что гранулометрические спектры их мелкозёма близки. Но осташковская морена содержит больше алевритовых и глинистых частиц (в сумме до 20% мелкозёма), выше содержание фракции 0,050–0,630 (до 7,6%) и ниже содержание фракций 0,400–0,500 (около 6,5%) и 0,250–0,315 (6,6%). В районе долины р. Кемь ледниковые гранулометрические спектры имеют несколько отличный облик – песчаная часть полимодальна, содержания фракций близки, обе ветви открыты. Особенности состава мелкозёма в первую очередь зависят от состава пород, подверженных ранее выветриванию и вовлечённых в ледовую массу. В составе крупнообломочного материала преобладают магматические и метаморфические породы Балтийского щита местного происхождения, эрратический материал – в резко подчинённом количестве. Обычно нормально-пластовая морена перекрыта абляциянной мореной, мощность которой достигает 2 м. Она отличается повышенным содержанием песчаной фракции и крупнообломочной, включает линзы слабосортированного песка. Локально морена представлена исключительно валунным материалом – перлювиальной фацией.

В пределах шельфа (gШos) в северо-западной части Белого моря основная морена сплошным чехлом перекрывает коренные породы и опознается по характерной «хаотической» записи. Имеет четкие контакты как с перекрывающими неоплейстоцен-голоценовыми отложениями, так и с подстилающими коренными породами фундамента (рис. 5). Мощность ее составляет 10–50 м. Наибольшей мощности она достигает у выступов коренного рельефа. В центральной части глубоководной впадины, к западу от п-ова Турий, образования основной морены имеют наименьшую мощность или совсем отсутствуют. Это может быть связано как с особенностями гляциодинамики, так и с длительным существованием здесь поля «мертвого льда». Особенно мощная толща (до 150 м) отмечается в месте слияния двух лопастей палеоледника, за выступом фундамента в прибортовой части Кандалакшского грабена. В низах толщи отмечены признаки слоистости, и она может быть сложена более древними образованиями, чем осташковские. Ледниковые отложения были вскрыты вибротрубками в северной части Кандалакшского залива, где представлены глинистыми песками с большим содержанием валунно-щебнистого материала, представленного обломками кристаллических пород. Для этих отложений характерны очень высокая плотность и наличие небольшого количества сильно деформированной пыли.

Краевые морены покровного ледника (g<sub>k</sub>Шos) образуют гряды и системы гряд на Терском берегу Белого моря, перемежающиеся с грядами водно-ледникового происхождения; к склонам гор Кольского полуострова приурочены береговые морены, сложенные валунными супесями с линзами песков и галечно-песчаного материала. В целом краевая морена покровного ледника литологически отличается от основной большим содержанием валунов, глыб, отломов, гальки; от краевой морены горного ледника – большим содержанием глинистых частиц и меньшим – неокатанного материала. Мощность отложений до 60 м.

В пределах шельфа краевые моренные гряды (показаны в составе осташковской морены) являются одной из наиболее заметных морфоскульптур, формирующих современную поверхность морского дна (профиль 200605, рис. 5). Маргинальные морены в виде двух гряд протягиваются с Кольского полуострова вдоль Терского берега от устья р. Оленица, где являются продолжением краевого комплекса, прослеживающегося от Ловозерских тундр. Мощностю ледниковых отложений, слагающих эти гряды, достигает 60–80 м. Гряды асимметричны с крутым северным и относительно пологим южным склонами. Внутри гряд отмечаются протяженные отражающие горизонты, которые могут разделять разновозрастные морены. В Кандалакшском заливе наибольшая мощность (до 120 м) отмечена у двухслойной конечной моренной гряды в районе островов Острые Луды. Кроме того, небольшие гряды зафиксированы и вдоль бровки северо-восточного склона глубоководной впадины. Возраст морен определяется положением в разрезе, связью с краевыми комплексами на суше и возрастом перекрывающих осадков.

Наледниковая морена абляционно-сплывная ( $g_{ns}IIIos$ ) распространена в восточной части листа. Наледниковый абляционно-сплывный тилл (флоу-тилл) отличается характерными формами гряд – полукольцевыми или изогнутыми (в случае близости к склону горы или возвышенности). Гряды асимметричны: внутренний склон более крутой (до  $35^\circ$ ) и меньший по высоте, ширина гряды у вершины от 2 до 5 м, у основания – до 12 м, вершина выпуклая. Понижение, опоясываемое грядой, часто заболочено. Морена представлена валунными супесями с галькой, гравием. Мощность – до 20 м, возможно – более.

Основная морена горных ледников ( $g_{og}IIIos$ ) выстилает днища долин, части склонов Хибин и Ловозерских Тундр, долину р. Вите. Рельеф морены всхолмленный, с западинами. Соотношения с основной мореной покровного ледника сложные; граница проводится по петрографическому составу обломочного материала, причем смена состава происходит как резко, так и постепенно. Морена представлена несортированными валунными супесями с валунами, галькой различной степени окатанности (чаще слабой), отломами, щебнем, дресвой. Содержание обломочного материала колеблется от 20 до 70%. Мощность отложений достигает 60 м, в среднем составляя 20 м. Краевые морены горных ледников, которые показаны на карте внемасштабным знаком, представляют собой гряды либо серии гряд, перегораживающие долины рек; мощность морены в краевых образованиях составляет 10 м, редко – более.

Флювиогляциальные отложения ( $fIIIos$ ) подстилаются мореной осташковского горизонта, реже коренными породами и слагают водораздельные и долинные зандры, озы и флювиокамы. Они залегают с поверхности или перекрыты ледниково-озерными осадками осташковского времени либо гетерогенными образованиями голоцена. Мощность их в пределах равнин до 20 м. В составе отложений зандров преобладают мелко- и среднезернистые пески, сменяющиеся в разрезе и по простиранию гравелистыми песками с галькой. Озовые гряды, особенно широко распространенные в Карелии, и флювиокамы сложены средне- и крупно-

зернистыми песками с гравием и редкими валунами того же состава, что в морене. Нередко в песках содержатся прослой и линзы галечников. В озах среди камового ландшафта преобладают пески мелкозернистые, за пределами камов – крупнозернистые с галькой, валунами. На вершинах и склонах озовых гряд нередко сплошным покровом лежат хорошоокатанные валуны. Мощность отложений, слагающих озы и флювиокамы, 3–25 м, иногда достигает 70 м и более.

В пределах Белого моря флювиогляциальные отложения (fПос) зафиксированы в двух местах. В глубоководной впадине, в зоне слияния двух лопастей ледника по сейсмоакустическим данным зафиксирована грядобразная форма рельефа размером 35×4 км, вытянутая в северо-западном направлении. Эта форма рельефа по характерной ленточной форме сейсмоакустической записи была интерпретирована как оз, относящийся, вероятно, к последней фазе осташковского оледенения. Мощность флювиогляциальных отложений до 30 м. Кроме того, два поля, сложенные крупнозернистыми песками с галькой, были выявлены по результатам геологического картирования на Самбалудском плато, к юго-востоку от острова Олений. Мощность песков не более 2–3 м. Эти пески были интерпретированы как зандры последней стадии осташковского оледенения.

Ледниково-озерные отложения (lgПос) на территории листа в рельефе выделяются в виде равнин и камов. Они залегают на осташковской морене, флювиогляциальных отложениях, коренных породах или других гетерогенных разновозрастных осадках. Мощность их чаще 9–20 м, до 60 м. В составе ледниково-озерных отложений, сформировавшихся в приледниковых водоёмах, преобладают пески тонко- и мелкозернистые хорошосортированные горизонтально, линзовидно- или неяснослоистые с гравием и галькой, алевриты, суглинки и глины, реже – супеси, тонкослоистые, нередко ленточные. Камы сложены песками различной зернистости горизонтально- или облекающеслоистыми, нередко с примесью гальки и гравия. В песках встречаются линзы и прослой (0,5–2,0 м) гравийно-галечных отложений, а также пылеватых супесей и суглинков. В некоторых случаях камы перекрыты абляционной мореной мощностью до 1,0 м и более.

Морские перлювиальные отложения (mpПос) либо плащобразные, либо выделяются характерными узкими и невысокими грядами, беспорядочно расположенными среди болот, разнообразными в плане: от коротких, слабо изогнутых до длинных, полукольцевой или причудливой формы. Максимальные абсолютные отметки распространения ледниково-морских отложений варьируют от 50 до 90 м. Отложения подстилаются мореной осташковского горизонта, в них вложены морские слои портландия.

Высота гряд в поле распространения морского перлювия не превышает первые метры, ширина у основания редко превышает 7–10 м, в среднем составляя 4–5 м. Вершины уплощенные. Понижения между грядами заболочены. Гряды сложены песками, переслаивающимися с песчано-гравийно-галечным материалом. Мощность отложений до 17 м. Для морских перлювиальных отложений, с выровненным рельефом характерно обилие валунного материала в верхней части. В этом случае мощность её не превышает 1 м.

Ледниково-морские отложения (gmIIos) развиты в пределах Белого моря практически повсеместно, выклиниваясь только в зоне выхода на донную поверхность ледниковых отложений и (редко) коренных пород, являются широко распространенным генетическим типом (рис. 5). В Кандалакшском заливе представлены толщей пепельно-серых песчанистых алевроглин с характерной ленточноподобной слоистостью и примесью гравия и гальки кристаллических пород. Нижняя часть разреза представлена серыми ленточнослоистыми алевролитами и алевроглинами. Мощность слоев вверх по разрезу постепенно уменьшается, и они переходят в монотонные серые слабопесчанистые алевроглины. Слоистые глины местами фациально замещаются монотонными серыми песчанистыми глинами. Общая мощность горизонта обычно составляет первые метры, но может возрастать до 15–20 м. Возраст установлен преимущественно по данным спорово-пыльцевого анализа. В опорном разрез 52, где пепельно-серые слоистые глины непосредственно перекрывают морену осташковского возраста, в них были выделены три палиногоризонта с преобладанием в составе спорово-пыльцевых спектров перигляциальных элементов флоры, которые разделены двумя толщами с преобладанием древесной пыльцы, главным образом сосны и ели. В соответствии с существующими представлениями о палеогеографии Северо-Запада слои с господством пыльцы перигляциальных элементов были сопоставлены со стадиями раннего, среднего и позднего дриаса, а разделяющие их горизонты – с межстадиями бёллинг и аллерёд [308]. Вопрос о выделении отложений нижнего дриаса дискуссионный, однако данные палинологического анализа и постоянное присутствие панцирей диатомей свидетельствуют о более раннем, чем это предполагалось ранее, появлении в Кандалакшском заливе приледникового бассейна и отсутствии здесь подледного седиментогенеза в понимании Е. Н. Невесского. Ледниково-морской генезис отложений определяется по постоянному присутствию морских диатомей. Мощность ледниково-морских осадков достигает 10–12 м.

### **Нижнее звено – верхнее звено**

Морские декливиальные отложения (mdl–III?) представляют наиболее древние образования квартера в пределах Беломорской впадины и выполняют два глубоких вреза в северо-западной и центральной частях бассейна, которые приурочены к тектонически ослабленным зонам северо-западного простирания и, вероятно, выпаханы двумя ледниковыми лопастями. Наиболее протяженный и глубокий врез прослеживается вдоль юго-западного крутого борта Кандалакшского грабена. Его основание выделено по данным МОВ–ОГТ на глубине до 480 м от уровня моря, а максимальная мощность осадочных образований достигает 200 м. На сейсмоакустической записи проявляется только верхняя часть этого комплекса в виде «мутной среды» с редкими внутренними отражениями (рис. 5). Судя по характеру сейсмической записи, осадочный комплекс представлен несортированными отложениями, сформировавшимися при таянии ледников, гравитационными образованиями, выполняющими данный

врез. Накопление этих отложений происходило длительно, возможно, в течение нескольких ледниковых эпох, о чем говорят четкие внутриформационные границы внутри единого осадочного комплекса. Это позволяет условно определить возраст как неоплейстоцен-голоценовый. Заполнение впадины вблизи крутого склона позволяет определить генезис как морской декливиальный.

## ГОЛОЦЕН

Морские нефелоидные отложения ( $mnH^1$ ) представлены в наиболее полных разрезах, фациально разнообразны. В Кандалакшском заливе это пачка тонкоотмученных глин коричневого цвета, мощность которой редко превышает 50 см. Характерны очень тонкий гранулометрический состав и постоянное присутствие аутигенных микроконкреций сульфидов. В Онежском заливе данный горизонт представлен однородными серыми, иногда с зеленоватым оттенком глинами и алевроглинами, переходящими в нелигитифицированные водонасыщенные пелиты и алевропелиты с ксеноморфными, послойно распределенными, стяжениями гидротроилита. В осадках появляются раковины морских моллюсков или их обломки. К северу от Соловецкого архипелага раннеголоценовые морские нефелоиды сложены буроватыми текуче-пластичными глинами с ксеноморфными стяжениями гидротроилита и органического вещества, что хорошо совпадает с данными о повышенном содержании  $C_{орг}$ . Возраст отложений устанавливается по данным палинологических исследований. Мощность нижнеголоценовых отложений составляет 0,5–5 м.

В составе описываемых донных отложений выделяются два спорово-пыльцевых спектра, нижний из которых характеризуется преобладанием пыльцы древесных пород с существенным присутствием *Betula nana*, при сохранении значительной роли пыльцы трав и спор. Среди травянистых велико значение пыльцы полыней, присутствуют вересковые. В вышележащих палиноспектрах, как правило, доминируют споровые растения (30–77%), среди которых господствуют плауны. Роль пыльцы древесных растений и трав обычно незначительна. По комплексу признаков данные спектры были отнесены к пребореальному и бореальному времени голоцена. В осадках пребореального времени господствуют солоноватоводно-морские северо-бореальные, сублиторальные виды диатомовых, доминантом среди которых является *Hyalodiscus scoticus*. Наличие морских видов диатомей (*Thalassionema nitzschoides*, *Thalassiosira gravida*, *Porosira glacialis*) указывает, что в пребореале на Соловецком шельфе уже сформировался существенно морской бассейн. При переходе от пребореальных к бореальным отложениям диатомовый комплекс приобретает черты неретического арктическо-северно-бореального. В Онежском заливе спорово-пыльцевые спектры отложений описываемого горизонта резко отличаются от палиноспектров позднеледниковых осадков. Они характеризуются преобладанием пыльцы древесных растений. В нижних слоях существенную роль играют перигляциальные элементы флоры, которые вверх по разрезу постепенно исчезают при одновременном возрастании роли пыльцы сосны.

Все это позволило отнести вмещающие осадки к пребореал-бореальному времени голоцена [127, 636]. О раннеголоценовом возрасте говорят и результаты палеомагнитного датирования вмещающих глин [257].

Морские нефелоидные отложения ( $mnH^{2-3}$ ) венчают разрез голоценовых осадков и занимают около 50% поверхности морского дна (рис. 5). Они локализуются в депрессиях ледникового рельефа, вследствие чего мощность их чрезвычайно изменчива – от 1–2 до 10–12 м, в среднем 5–6 м. В открытой части морского бассейна накопление алевропелитов (илов) начинается обычно с глубин 50–60 м, в губах – с 5–10 м. Отложения представлены мягкими зеленовато-серыми пелитами и алевропелитами с характерной пятнистостью, обусловленной черными стяжениями органического вещества и гидротроилита. Они согласно налегают на отложения раннего голоцена. В условиях расчлененного шхерного рельефа фаціальным аналогом указанных осадков являются черные или голубовато-серые монотонные алевропелиты с резким запахом сероводорода. В сторону берега или на поднятиях разрез средне-верхних голоценовых осадков становится сокращенным, в нем появляются тонкие песчаные прослои. В осадках отмечаются редкие раковины морских моллюсков или их детрит. Для наиболее верхних слоев часто отмечается заметное опесчанивание и появление отдельных зерен гравия и гальки.

Отложения верхнего горизонта постоянно содержат большое количество зерен пыльцы и панцирей диатомей, а также редкие обломки мелких раковин морских моллюсков. Спорово-пыльцевые спектры характеризуются преобладанием древесных компонентов, а смена доминантов в них позволила выделить атлантические, суббореальные и субатлантические слои голоцена [308, 345]. В сокращенных разрезах происходит выпадение целых палиногоризонтов, что указывает на прерывистый характер осадко-накопления. Состав диатомовых – морской, преимущественно арктобореальный. К устьям крупных рек в разрезе появляются солоноватоводные и пресноводные.

Морские волновые отложения ( $mvH^3$ ) в пределах листа развиты ограниченно и локализуются у вогнутых или выпрямленных участков побережья до глубин 10 м. На севере Кандалакшского залива характерно присутствие подводных песчаных тел, не имеющих продолжения в виде пляжа. Формируют прислоненные или выпуклые тела мощностью до 10 м (обычно 2–3 м). Сложены мелко-среднезернистыми хорошосортированными песками, практически отмытыми, с повышенным содержанием тяжелых минералов. Часто отмечаются обломки раковин морских моллюсков. Наибольшим развитием пользуются на отмелем берегу в районе устья Куз-реки, где формируются вдольбереговые валы.

Аллювиально-морские отложения ( $amH$ ) пользуются значительным распространением в пределах листа, так как к крупным рекам можно отнести только Ниву, Умбу и Куз-реку, причем первые две имеют русло в кристаллических породах, отличаются низкой мутностью и практически не формируют дельт. На карте описываемые отложения показаны только в устье Куз-реки, где они формируют серию баров и прирусловых кос, с обширными плоскими осыхающими мелководьями. Представлены

песками, алевритистыми и глинистыми песками с большим количеством растительного детрита, мощность осадков не более 5 м. Пески среднесортированные, развиты до глубин 5–7 м.

Морские перлювиальные отложения (mрН) являются одним из наиболее распространенных генетических типов морских отложений, которые повсеместно перекрывают более древние осадочные образования. Они развиты преимущественно до глубин 50–60 м, однако, по данным высокочастотного профилирования, обнажения ледниково-морских отложений прослеживаются и до глубин 100–150 м. Представлены микритами песчаного и алевритового состава с постоянной примесью гальки, мелких валунов и дресвы кристаллических пород с обломками раковин морских моллюсков. Характерными чертами являются: резкое несоответствие гранулометрического состава существующему уровню гидродинамической активности, полифракционная структура, небольшая мощность (от 10–20 см до 0,5–1,0 м), резкий контакт с подстилающими породами, который нередко железнен. Для описываемых отложений характерно появление железомарганцевых корок и конкреций, что свидетельствует об очень низком темпе седиментации. На большей части листа данные отложения сняты для показа подстилающих четвертичных образований. Они оставлены там, где состав и генезис подстилающих образований неизвестен. На схеме соотношений данные отложения отсутствуют из-за их малой мощности.

В составе голоцена на континентальной части выделяются морские, аллювиально-морские, эоловые, палюстринные, озерные, озерно-аллювиальные, аллювиальные и техногенные отложения. Голоценовые отложения Белого моря представлены сложнопостроенным и разнообразным фациально комплексом осадков морского генезиса. Нижние части разрезов голоценовых отложений представлены одним генетическим типом – бассейновым, в котором выделяются несколько фациальных разновидностей, имеющих довольно четкую пространственную приуроченность.

Морские отложения (mН) развиты на суше вдоль побережья Белого моря. Мариний залегает на позднеледниковых морских осадках, морене последнего оледенения или коренных породах, перекрыт торфами, озерными осадками, аллювием. Слагает морские равнины и террасы, поверхность которых часто осложнена береговыми валами.

Прибрежные фации нерасчлененного голоценового мариния представлены песками различной зернистости, супесями, реже – галечниками и валунниками. В песках и супесях встречаются маломощные прослои глин и суглинков. Относительно глубоководные фации морских отложений, распространенные преимущественно во впадинах рельефа, представлены глинами, суглинками с редким гравием и галькой, сменяющимися вверх по разрезу глинами, обогащенными органическими остатками. Мощность мариния достигает 17 м.

На территории Карелии, в бассейне низовьев р. Кемь по геоморфологическим и по палеонтологическим данным (остатки малакофауны, диатомовых водорослей) выделяются морские отложения трансгрессий фолас, тапес I, II, тривиа и остреа I, II; максимальные уровни их распространения

соответственно – 30–35 м, 20–25 м, 10,5 м и 1,5 м [494]. Известны также палеонтологически охарактеризованные отложения на абсолютных отметках до 45 м (гора Хитоварака) (Спиридонов и др., 1951ф).

На южном побережье Кольского полуострова слои фолас представлены песками, гравийниками и галечниками. Абсолютные высоты террас достигают 88 м (с. Колвица). В составе малакофауны (близ г. Кандалакша) – раковины *Buccinum undatum* L.; диатомовые водоросли представлены морскими и солоноводными видами. Мощность слоев фолас – до 23 м [595].

Максимальные абсолютные отметки, на которых встречаются слои тапес I – до 52 м (г. Кандалакша), слои тапес II распространены более широко – от 6 м (д. Каменка) до 45 м (г. Кандалакша). Слои тапес I представлены песками, тапес II – песками, супесями, суглинками с редкими раковинами *Mytilus edulis* L. и *Macoma baltica* (L.) [494]. Среди остатков диатомей – морские, солоноводноморские, солоноводные виды. Мощность слоев тапес – до 25 м.

Максимальные границы распространения слоев тривиа увеличиваются до 25 м (г. Кандалакша). В составе преобладают пески с примесью или прослоями гравийно-галечного материала. Мощность осадков не превышает 4 м.

Слои остреа I, II слагают самые низкие морские террасы побережья Кольского полуострова, абсолютные отметки бровки террас от 2–2,5 м (д. Колвица) до 15 м (г. Кандалакша). Террасы сложены песками с галькой, супесями, илами, в которых М. А. Лавровой [275] указаны раковины *Mytilus edulis* L., *Astarte borealis* (Chemn.) var. *placenta* Mörch., *A. elliptica* (Brown.), *Leda pernula* (Müll.), *Portlandia arctica* (Gray), *Ioldia limatula* Say., *Cardium ciliatum* Fabr., *Cylichna alba* Brown. Среди остатков диатомовой флоры В. С. Порецким определены, наряду с пресноводными, морские и солоноватоводные виды. Мощность осадков до 2,5 м.

По данным палинологического и радиоуглеродного анализов слои фолас формировались в бореальный период; тапес – в атлантический, тривиа – в суббореальный, остреа – в субатлантический периоды [403].

Морские отложения (mH) в пределах Кандалакшского залива показаны там, где частая полифациальная зональность не дает возможности показать отдельные генетические типы. Представлены песками, глинистыми песками, алевролитами, алевропелитами с редкими раковинами морских моллюсков. Мощность достигает 5–10 м. Геохронологические данные о возрасте отсутствуют, поэтому по комплексу признаков отложения относятся целиком к голоценовому времени.

Эоловые отложения (vH) встречаются на ограниченных по площади участках морского побережья и изредка на берегах озер. На Кольском полуострове максимальное площадное распространение эолий имеет на Терском побережье Белого моря. Эти осадки представлены мелкозернистыми песками преимущественно кварцевого состава; мощность песков до 8 м. Образование эолия на Кольском полуострове началось в бореальное время и продолжается до настоящего времени [494]. В Карелии эоловые отложения сформировались в раннем голоцене, представлены песками

мелко- и среднезернистыми, слагают небольшие гряды, массивы и бугры. Мощность их до 5 м.

Болотные отложения (палюстрий) (p1H) занимают в среднем 25–30% территории, залегают с поверхности, подстилаются отложениями разного возраста и происхождения. Это торф, слагающий верховые, переходные и низинные болотные массивы. В составе верховых болот преобладают сфагново-пушицевые и сфагново-осоковые, низинных – осоковые и травяно-гипновые. В верхних слоях разреза торф плохо- и полуразложившийся светло-коричневый и коричневый, в нижних – средне- и хорошо разложившийся от буро-коричневого до почти черного цвета. Мощность торфа в Карелии до 7–9 м, в Мурманской области – 0,3–3 м, редко – до 4 м и более. Начало формирования торфа относится к борреальному периоду нижнего голоцена.

Озерные отложения (H) слагают пляжи, небольшие по площади террасы и береговые валы современных озер. Отложения озер представлены песками, алевритами, супесями, суглинками, глинами, гиттиями и галечниками. Мощность их до 13,5 м. К замкнутым, полужамкнутым частям крупных водоемов, к небольшим озерам Кольского полуострова и Карелии приурочены диатомиты, мощность которых достигает 11 м. На побережье, в поле развития морских отложений, мощность озерных осадков не более 1 м. Осадки содержат пресноводные диатомовые. Ниже по разрезу появляются морские формы, содержание их увеличивается с глубиной, т. е. граница морских и озёрных отложений постепенная.

В поле развития остацковско-калевальских отложений озерные отложения представлены широким спектром литологических разностей – от тонкозернистых заиленных слоистых песков, супесей, реже – глин, до песков грубозернистых гравийно-галечных. Содержание гальки достигает 30%.

Голоценовый возраст отложений устанавливается по палинологическим данным: спектры содержат пыльцу ели, сосны, ольхи, березы [384].

Аллювиальные отложения (aH) развиты повсеместно, но площадь их распространения и мощность незначительны. Залегают они на гетерогенных образованиях квартара или коренных породах. В Карелии, на Кольском полуострове аллювий слагает первую надпойменную террасу, поймы (высокую и низкую) и выстилает русла рек. Мощность пойменных отложений обычно не более 1 м, в целом аллювия – до 6 м. На побережье, в поле развития морских осадков, аллювием сформированы русловые отложения, и только локально – пойменные террасы. Мощность здесь достигает 3,8 м.

Русловой аллювий сложен, как правило, песчано-гравийно-галечными отложениями с валунами и песками различной зернистости. В составе пойменной фации преобладают пески, алевриты, реже – суглинки, глины с растительными остатками, линзами и прослоями торфа. Пойменные террасы часто по бровке окаймлены береговыми валами. Формирование аллювия началось в преборреальный период и продолжается в настоящее время.

Техногенные отложения (tH) представлены несколькими фациями. Фация осаднения образуется в пределах отстойников: например, в южной части оз. Большая Имандра оседают апатит-нефелиновые шламы

обогачительных фабрик комбината «Апатит», которые привносят в озерные осадки фосфор, кальций, фтор, стронций. Мощность фации осадения достигает 30 м, редко – больше. Мощность отвалов рудников, сложенных глыбами, отломами – до 400 м, терриконов, отходов лесодеревообрабатывающих предприятий – до 30 м. Населенными пунктами образована фация построек и сооружений.

### НЕОПЛЕЙСТОЦЕН, ВЕРХНЕЕ ЗВЕНО, ЧЕТВЕРТАЯ СТУПЕНЬ (ОСТАШКОВСКИЙ ГОРИЗОНТ)–ГОЛОЦЕН

К нерасчлененным отложениям верхнего звена неоплейстоцена и голоцена отнесены калевальские слои, представленные комплексом ледниковых отложений, а также морские перлювиальные и морские осадки, ледниковые отложения каровых ледников, лимний и аллювий.

Нерасчлененные по возрасту ледниковые образования верхнего звена неоплейстоцена (осташковский горизонт) и голоцена (калевальские слои) – основная морена, абляционно-сплывная морена, краевая морена флювиогляциальные, флювиогляциальные зандровые, ледниково-озерные и ледниково-озерные приледниковой фации занимают крайнюю западную часть Карелии, ими сложена гряда Сальпаусселька II [551, 554] и территория западнее гряды. Залегают они чаще всего с поверхности или под гетерогенными отложениями голоцена, подстилаются обычно породами докембрия. Выделение калевальских слоев основано на геоморфологических и геохронологических данных. На территории Карелии в настоящее время отсутствуют данные, позволяющие расчленить по возрасту генетически и литологически однородные отложения осташковского горизонта и калевальских слоев.

Ледниковые образования основной морены ( $g_{bn}Шос-Hkv$ ) – супеси со значительным содержанием гравийно-валунного материала (в среднем 25–35%). Литологический состав и цвет морены в значительной степени определяются характером подстилающих кристаллических пород. В поле развития вулканогенно-осадочных образований протерозоя морена представлена супесчаной разновидностью, на гранитоидах она постепенно переходит в песчаную. Петрографический состав валунного материала в основном соответствует составу местных кристаллических пород. Мощность не превышает 20 м.

Абляционно-сплывная морена ( $g_{ns}Шос-Hkv$ ) представлена валунными супесями с галькой, гравием, мощностью до 10 м, редко – более. По своему составу и морфологии эти образования не отличаются от описанных выше аналогичных отложений осташковского горизонта.

Краевая морена ( $g_kШос-Hkv$ ) слагает гряды напорных морен. Высота гряд достигает 35 м, иногда – более. Внутреннее строение напорных морен – чешуйчато-надвиговое. По составу это супеси с высоким содержанием валунов, гальки, мощностью до 35 м.

Водно-ледниковые отложения – и флювиогляциальные (озы и зандры), и ледниково-озёрные часто приурочены к протяжённым палеомагистральям,

вытянутым в северо-западном и субширотном направлениях. Ширина этих прерывистых полос достигает 4 км, иногда сужаясь до ширины оза.

Флювиогляциальные отложения ( $f\Pi\text{os}-\text{Hkv}$ ) слагают озы. Крупные озы сложены песками различного гранулометрического состава, галечниками, валунниками, гравийно-галечными образованиями. Для озоз характерно быстрое изменение литологического состава по вертикали и по простиранию. Однако чаще верхнюю часть разрезов слагают более грубые осадки, нижнюю – более тонкие. Слоистость в них косая различного типа, реже – горизонтальная, а на присклоновых участках озоз – облегающая. Галечно-валунные образования, залегающие в верхней части разрезов, отличаются неясной или грубой слоистостью. Мощность до 30 м.

Флювиогляциальные зандровые отложения ( $f_z\Pi\text{os}-\text{Hkv}$ ) представлены песчаными осадками. Материал хорошо промыт, отсортирован, наблюдается косая, наклонно-облегающая, горизонтальная слоистость. Мощность до 8 м.

Ледниково-озерные отложения ( $lg\Pi\text{os}-\text{Hkv}$ ) формируют камы и волнистые равнины. В разрезе камов отмечена более слабая, по отношению к флювиогляциальным, сортировка материала. Преобладают крупнозернистые слабопылеватые пески с большим количеством гравия и гальки. На севере Карелии камы сложены разномзернистыми песками, преобладают мелко- и среднезернистые. Пески включают небольшое количество гравийно-валунного материала. Слоистость наклонно-облегающая и горизонтальная. Мощность до 40 м.

Ледниково-озёрные волнистые равнины (например, вдоль берега оз. Пистаярви) сложены сортированными песками с линзами гравелистых песков. Мощность отложений не превышает 7 м.

Ледниково-озерные отложения приледниковой фации ( $lg_{pr}\Pi\text{os}-\text{Hkv}$ ) распространены в верхнем течении р. Кемь, где сформировали почти плоскую, участками всхолмлённую, заболоченную равнину. Представлены песками, реже глинами серого, тёмно-серого и бурого цвета. Мощность до 5 м.

Каровый ледниковый комплекс широко распространён в Хибинах и в Ловозерских Тундрах в диапазоне высот 500–1000 м над уровнем моря: в пределах хр. Мончетундра кары единичны, приурочены к отметкам 500–700 м. Ледниковые отложения каров подстилаются моренами осташковских горных ледников и покровного ледника (на склонах хр. Мончетундра), а также дочетвертичными образованиями; перекрыты склоновыми отложениями.

Основная морена каровых ледников ( $g_{og}\Pi\text{os}-\text{H}$ ) выстилает днища каров, представлена глыбами, отломами; мелкозем состоит в основном из полевошпатовой щебенки (в Хибинах) и супеси. Отломы и глыбы отражают главным образом состав местных пород. Характерна рыхлая, неустойчивая укладка крупнообломочного материала. Мощность морены не превышает (предположительно) 10 м.

Краевые морены каровых ледников, не выражающиеся в масштабе карты, представляют собой либо гряды, либо подковообразные участки с беспорядочно-холмистым рельефом. Краевая морена крупных каровых

ледников состоит из валунных супесей с линзами песчано-глинистого материала; состав краевой морены небольших ледников практически не отличается от состава основной морены. Мощность отложений краевых морен достигает 40 м.

Флювиогляциальные отложения каровых ледников известны только в Хибинах (в масштабе карт не выражаются). Литологический состав схож с таковым флювиогляциальных отложений осташковского горизонта, обломочный материал отличается меньшей степенью окатанности; мощность не превышает первые метры [490].

Каровое оледенение – последняя, завершающая стадия валдайского оледенения. Безледного периода между горно-долинным и каровым оледенениями в пределах Хибин и хр. Мончегундра скорее всего не существовало, поэтому начало формирования отложений каровых ледников отнесено к концу осташковского времени. Исчезновение каровых ледников произошло не позднее конца борéalного периода, что подтверждается палинологическими данными на сопредельной территории [623].

Морские отложения трансгрессии портландия (mIII<sub>4</sub>-Hрт) распространены по всему побережью Белого моря, а также во впадинах Северной Карелии, соответствуют слоям портландия, в понимании М. А. Лавровой [274], и осадкам преборéalной трансгрессии – по Э. И. Девятовой [178]. Абсолютные отметки тыловых швов морских террас на южном побережье Кольского полуострова достигают 145 м (г. Кандалакша), иногда до 160–180 м (Канда-губа). Залегает мариний на ледниковых либо ледниково-морских отложениях осташковского горизонта. Осадки представлены главным образом глинами, реже – суглинками, в верхних и нижних частях разрезов – песчаным и галечно-песчаным материалом. Мощность осадков до 20 м [494].

Результаты диатомового анализа свидетельствуют о формировании их в бассейне, соленость которого не достигала современной солености Белого моря. В спорово-пыльцевых спектрах пыльца древесных почти отсутствует, формирование морских осадков, судя по палинологии, началось в позднем дриасе и завершилось в преборéalный период. Эти отложения на южном берегу оз. Колвица перекрываются флористически охарактеризованными песчано-глинистыми отложениями моря фолас, что позволяет относить их ко времени трансгрессии портландия (Лаврова, 1952). В районе г. Кемь (Q-36-XXIX, XXX) и восточнее морские осадки представлены плотными слоистыми глинами голубовато-серого цвета.

В долине р. Гирвас и по берегам оз. Гирвас на абсолютной отметке 96 м под торфом (мощность до 3 м) залегают глины и иловатые глины. Они перекрывают осташковскую морену. Мощность глин до 0,75 м. По заключению Е. А. Черемисиновой (Садовский и др., 1951ф), в нижней части глин в массовом количестве встречаются диатомей солоноводных бассейнов, в верхней – солоноводные встречаются редко, но значительного развития достигают формы пресноводного планктона. Это указывает на быстрое изменение режима водного бассейна в сторону его опреснения.

В долинах рек Кутса-йоки, Тунтса-йоки на абсолютных отметках не выше 160 м, в разрезах нижние горизонты представлены серыми глинами с

неотчётливой горизонтальной слоистостью, верхние – песками. Мощность осадков достигает 25–35 м. Переход от песков к глинам постепенный. Пески лишены органических остатков, а в глинах встречается пресноводная флора, представленная хорошо сохранившимися остатками хвощей и вахты. Эти осадки отнесены к морским только на основании обнаружения аналогичных осадков (и на аналогичных абсолютных отметках) в смежных районах. Пресноводность можно объяснить высоким содержанием пресных талых вод.

В пределах листа Q-36-XIII морские отложения развиты ниже абсолютной отметки 140 м, представлены глинами, песками, валунниками мощностью до 20 м. На листе Q-36-XIV, в районе Кумской ГЭС, в разрезе морских осадков отмечаются три части: нижняя представлена синевато-серыми массивными пластичными глинами, средняя – суглинками и глинами коричневатого-серыми с отчётливой комковатой структурой, верхний – песками и супесями с хорошоокатанными гравием, галькой и валунами (до 35%). Общая мощность до 30,6 м (Лачина, Кравец и др., 1960). Восточнее (лист Q-36-XV) преобладают слоистые пески, местами с валунами и галькой, реже встречаются серые глины. В составе диатомового комплекса часто встречаются солоноводные и морские виды (Е. А. Черемисинова). Мощность до 26 м.

Палинологические характеристики морских отложений были получены и в разрезе юго-восточнее ст. Лоухи (оз. Топорное) на абсолютных отметках 80–90 м. В песках преобладает пыльца сосны, ели и содержится немного пыльцы березы с примесью ольхи [440].

Южнее, в пределах листа Q-36-XIX, XX, в целом сохраняется отмеченная в разрезах отложений закономерность – нижняя часть сложена серыми пластичными глинами, верхняя – песками. При уменьшении абсолютных отметок – с запада на восток – в нижней части разреза глины фациально замещаются мелко- и тонкозернистыми песками.

По вопросу генезиса морских отложений в понижениях Северной Карелии нет единого мнения. С. Д. Смирнов (1941), Г. С. Бискэ (1958) считали их ледниково-озёрными, на том основании, что в них нет остатков древесной и травяной растительности. В целом район распространения данных отложений Г. С. Бискэ выделяла под наименованием Топозерского–Пяозёрского приледникового озера.

Озёрные отложения (ШП<sub>4</sub>–Н) развиты по берегам озер Большая и Экостровская Имандра, количество аккумулятивных террас колеблется от 2 до 4, иногда – более, с абсолютными отметками от 128 до 146 м, высота цокольных террас крупных озер достигает 7–14 м. Поверхность террас плоская, иногда пологоволнистая, часто заболочена. Лимний подстилается образованиями ошашковского горизонта. Озерные осадки представлены переслаивающимися песками мелко-среднезернистыми, в меньшем объеме – крупнозернистыми с гравием, тонкозернистыми; редко – галечниками, супесями, алевролитами, глинами, илами. Озерные отложения территории листа унаследовали от образований ледникового ряда более выраженную однородность состава. Графики распределения гравийно-глинистых частиц разнообразны, преобладают одновершинные, однако разброс доминирующих

фракций велик. Характерным признаком является двусторонняя закрытость распределений (за редким исключением). К замкнутым, полузамкнутым частям крупных водоемов, к небольшим озерам приурочены диатомиты, мощность которых достигает 11 м. В болотах иногда встречаются сапропели. Для обломочных отложений характерна горизонтальная равномерная слоистость нечеткая или простая, реже встречается слабоволнистая мелкая, волнистая перекрестная и косая мелкая. Песчано-галечниковые озёрные отложения обычно выходят на поверхность, глины и диатомиты покрыты торфом. В мелкоземе озерных осадков обычно преобладают песчаные частицы, содержание которых не менее 60%, часто – менее 20%; глины – менее 2%, редко – 10–30%. Общая мощность озерных отложений не превышает 11 м. Пляжевые осадки (песчаные, валунно-галечные) отличаются светло-серым фототонном, гладкой структурой.

### НЕОПЛЕЙСТОЦЕН, ВЕРХНЕЕ ЗВЕНО–ГОЛОЦЕН

Нерасчленённые отложения верхнего звена неоплейстоцена–голоцена представлены элювием и делювием, в пределах Белого моря – морскими декливиальными и морскими флювиальными.

Морские декливиальные отложения (mdIII–H) выделяются по данным НСП на склонах глубоководной (профиль 2006005, рис. 5). Им соответствуют характерные формы геологических тел, обусловленных наличием зеркал отрыва, валообразные оползневые тела и наличие конвалютной складчатости в нижней части гравитационных образований. В связи с тем, что декливиальные отложения всегда располагаются стратиграфически выше условно выделяемого морского декливиума неоплейстоцен-голоценового возраста, время формирования данных образований определено как поздний неоплейстоцен–голоцен. Вещественный состав определяется составом отложений, вовлеченных в процесс оползания. Мощность достигает 150 м.

Морские флювиальные отложения (mfIII–H) выделены в проливе Западная Соловецкая Салма, где они представлены мелко-среднезернистыми хорошосортированными песками, практически без примеси грубообломочного материала. Характерно низкое содержание тяжелых минералов, так как тонкопсаммитовые фракции практически отсутствуют. Отложения развиты на поверхности останцовых гряд, сложенных ледниково-морскими образованиями и приуроченных к зонам интенсивных приливо-отливных течений. Мощность песков не превышает 3–5 м. Возрастные характеристики для рассматриваемых песков отсутствуют, и возраст условно принимается как поздннеоплейстоценовый–голоценовый с момента открытия проливов.

Элювиальные и делювиальные отложения (e, dIII–H) приурочены к склонам гор и возвышенностей Северной Карелии и Кольского полуострова. Они частично включают коллювиальные, пролювиальные, десерпционные и солифлюкционные образования, не выражающиеся в масштабе карты. Соотношение и форма глыб, отломов, щебня,

дресвы, песка, алевролита и глинистых частиц зависит от физических свойств дочетвертичных пород. На обширных участках склонов гор с углами наклона до 35° наблюдаются солифлюкционные образования. Мощность элювиально-делювиальных отложений обычно не более 5 м, достигает 6 м.

Элювий и делювий чаще залегает на коренных породах с поверхности, реже перекрыт ледниковыми, озерными и болотными отложениями. Процесс его накопления активно продолжается в настоящее время. Время формирования определено условно, так как на отдельных участках начало образования этих отложений может относиться к дочетвертичному времени, эоплейстоцену или раннему и среднему неоплейстоцену.

Элювиальные отложения (eIII–Н) в виде прерывистого плаща покрывают вершины гор и возвышенностей. В разрезе элювия выделяется поверхностный развал глыб, отломника, под которым располагается каменный слой с дресвяно-супесчаным заполнителем, лежащий на дочетвертичных породах. Мощность элювия редко превышает 2 м, достигая иногда 6 м. Время формирования определено по аналогии с элювиоделювием.

---

---

---

## ЛИТОЛОГИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Для изучения современных донных отложений в рамках листа Q-36 использованы данные гранулометрического, минералогического и спектрального анализов, выполненных в лаборатории ВНИИОкеангеология. Также определялось процентное содержание органического углерода и содержание углеводородных газов в осадках.

Литологическая карта поверхности морского дна построена на основе результатов гранулометрического анализа 36 образцов, отобранных в интервале 0–0,10 м. Также использовались данные гранулометрического анализа ВСЕГЕИ разных лет. Для описания донно-каменного материала и характеристики осадков привлекались полевые материалы, данные о типах грунтов с морских карт и сведения из «Люций Белого моря» (1972 г.).

### Основные факторы современного седиментогенеза

На процессы современной седиментации влияет целый комплекс факторов, среди которых определяющими являются гидродинамический режим, рельеф морского дна, условия поступления обломочного материала как со стоком рек, так и в результате абразии.

Белое море в пределах листа Q-36 включает несколько седиментационных районов, резко отличающихся по характеру седиментогенеза. Это мелководная часть Кандалакшского залива с губами второго порядка (Порья, Чупа, Ковда и др.), глубоководная часть, переходящая в Центральную впадину Белого моря и пространственно совпадающая с контурами Кандалакшского грабена, а также западная часть Онежского залива. Она в свою очередь делится на две части: внешнюю, к северу от Соловецкого архипелага до склона глубоководной впадины, получившую название плато Самбалуда по одноименным островам [664], и внутреннюю. Первый седиментационный район характеризуется крайне неровным рельефом дна с перепадом глубин в несколько десятков метров. В устьях губ-фиардов обычно располагаются мелководные пороги-ригели, препятствующие выносу осадочного материал. В вершине Кандалакшского залива много островов и островков (Кандалакшские шхеры). Берега сложены кристаллическими породами, непосредственно уходящими в воду. Прослеживается тектоническая составляющая донного рельефа. Фациальная зональность донных осадков очень значительная. В глубоководной части Кандалакшского залива и части Центральной впадины рельеф дна представляет собой глубокий желоб с

глубинами, достигающим 200 м и более. Наибольшая глубина составляет 343 м (самое глубокое место Белого моря). Крутые склоны часто лишены осадочного покрова в результате гравитационных процессов и развития контурных течений. Дно Онежского залива несколько приподнято над соседними участками, глубины в большей части Онежского залива менее 50 м. На значительной части залива развиты шхерные острова. Вдоль Карельского побережья развиты широкие ватты, развитые на четвертичных отложениях, под которыми просвечивают кристаллические породы. Только на самом юге берега сложены осадочными породами платформенного чехла.

Гидродинамический режим Белого моря определяется характером водообмена с Баренцевым морем, приливо-отливными, сгонно-нагонными течениями, стоком речных вод и расчлененностью побережья. Схема постоянных течений разработана В. В. Тимоновым в начале прошлого века и с тех пор не претерпела существенных изменений [470]. Постоянное течение идет вдоль Терского берега в Кандалакшский залив, затем вдоль Карельского и Поморского берегов направляется в Онежский залив. В центральной части акватории наблюдаются халистатические круговороты воды. Современные гидрологические исследования выявили сложное строение водной толщи, в результате его постоянные течения связаны только с верхним горизонтом воды (до 10 м).

Гораздо большее значение для седиментационных процессов играют приливо-отливные течения, охватывающие всю толщу воды. В результате на большей части листа (за исключением губ) до глубин 50–60 м отсутствуют современные осадки и на дне господствуют условия размыва (до 10 м) или ненакопления современных отложений, а донная поверхность покрыта перлювиальными образованиями, гранулометрический состав которых находится в резком несоответствии с современным гидродинамическим режимом. В узостях (проливе Западная Соловецкая Салма) под влиянием приливо-отливных течений формируются транзитные флювиальные песчаные осадки, образующие рифели.

В настоящее время описываемая часть морского бассейна испытывает резкий дефицит обломочного материала. Крупные реки здесь практически отсутствуют за исключением р. Кемь. Из-за высокой степени заозеренности суши и наличия кристаллических пород в русле устьевых частей рек, а также зарегулированности стока более крупных рек из-за наличия гидроэлектростанций, твердый сток практически не имеет значения в балансе осадконакопления. Это подтверждается практическим отсутствием аллювиально-морских отложений в устьях рек (за исключением отдельных мелководных баров). Абразия берегов в условиях развития кристаллических берегов вдоль большей части береговой линии практически не имеет значения в качестве источника обломочного материала. Небольшой размыв берегов имеет место в южной части Онежского залива, однако вялый гидродинамический режим не обуславливает активных деформаций линии берега. В этих условиях основную роль приобретает перераспределение обломочного материала в результате абразии дна [411], а также поступление тонкого материала в результате осаждения взвесей терригенно-биогенного происхождения [287].

## Обработка и интерпретация данных гранулометрического анализа

Гранулометрический состав является наиболее информативным признаком осадка, служит достаточно надежным индикатором условий осадко-накопления. По результатам гранулометрического анализа поверхностных проб были рассчитаны статистические параметры и построены кривые распределения и кумулятивные кривые распределений гранулометрического состава.

Схемы содержания в осадке отдельных фракций (гравий, песок, алеврит, пелит) отражают закономерности распределения донных осадков по акватории (приложение «Статистическая обработка...»). Распределение осадков по содержанию в них различных фракций контролируется батиметрической зональностью.

Из табл. 3 следует, что в целом по акватории в составе осадков доминирует пелитовая фракция (55,0%). Следующей по распространенности является фракция алевритовой размерности (26,1%). Содержания песчаной и гравийной фракций невысоки и составляют 16,5% и 1,9% соответственно.

Содержание *гравийной фракции* в осадках на большей части листа Q-36 менее 1%, в виде примеси (5–10%) присутствует в различных типах осадков. Постоянно примесь его присутствует в осадках перлювиального происхождения, причем чем глубже размыв донных отложений, тем больше обогащен грубообломочным материалом поверхностный слой осадков. Вдоль Карельского берега, в результате размыва береговых пород, содержание гравия в осадке достигает 21%.

Содержание *песчаной фракции* в осадках более 50% отмечено лишь на отдельных участках в прибрежной части Кандалакшского и Онежского заливов, в зоне волновой активности. Большая часть осадков акватории содержит менее 10% песка.

В береговой зоне и в глубоководной части содержание *алевритовой фракции* не превышает 25%. На склонах впадины и выровненных участках Онежского залива осадки содержат до 50% алеврита, и лишь в локальных понижениях более 50%.

Распределение *пелитовой фракции* подчиняется батиметрической зональности. В южной части изученной акватории содержание пелитовой фракции не превышает 25–50%. В глубоководной впадине на глубинах более 200 м содержание пелита составляет 75–85%, а в самых глубоких участках – и более 85%.

Для изучения фракционной структуры донных осадков и оценки ее латеральной изменчивости рассчитаны значения основных статистических параметров, таких как средний размер частиц, стандартное отклонение и сортированность осадка (приложение

Таблица 3

**Фракционная структура поверхностного слоя донных осадков**

| Фракция | min | max  | Среднее значение, % |
|---------|-----|------|---------------------|
| Гравий  | 0,0 | 11,3 | 1,9                 |
| Песок   | 0,7 | 80,6 | 16,5                |
| Алеврит | 6,1 | 74,5 | 26,1                |
| Пелит   | 5,0 | 91,2 | 55,0                |

«Статистическая обработка...»), что позволяет более полно охарактеризовать процессы седиментации.

*Средний размер* – является мерой местоположения осадка в конкретных энергетических условиях, характеризует равновесное состояние осадка по отношению к этим условиям. Исходя из этого, средний размер зерен расчитан как показатель энергии среды седиментации, зависящий от крупности исходного материала и интенсивности воздействия на осадок гидродинамических факторов [407].

Полученная схема распределения частиц по среднему размеру показывает, что основная часть осадков относится к фракции мелкого алеврита (среднее значение 0,01 мм). Уменьшение среднего размера происходит с увеличением глубины моря в области низких энергий (впадины и желоба). Увеличение среднего размера более 0,05 мм отмечено лишь в прибрежной зоне, в областях более высоких энергий.

*Стандартное отклонение* ( $\sigma$ ) – параметр, отражающий статистический смысл распределения частиц по среднему размеру. Характеризует меру устойчивости во времени гидродинамики среды [407]. Значения, превышающие фоновые, соответствуют зонам с более интенсивной гидродинамикой, здесь происходит вынос более мелкого материала. Значения ниже фоновых характеризуют участки со слабой гидродинамической активностью, где в основном преобладают процессы аккумуляции.

*Сортированность*. Как показатель меры сортированности был рассчитан коэффициент нормированной энтропии. Коэффициент ( $H_g$ ) предложен С. И. Романовским (1988) для оценки сортированности осадка в пределах всего интервала размерностей.

Полученная схема показывает, что на данной акватории преобладают плохосортированные осадки ( $H_g > 0,50$ ). Поля умеренно сортированных осадков ( $H_g = 0,25-0,5$ ) **отмечаются на прибрежном мелководье и во впадинах**, в наиболее глубоких участках впадины выделено поле хорошосортированных осадков. В целом для этого региона среднее значение сортированности составляет 0,56.

## Гранулометрические типы осадков

Гранулометрический состав является основным классификационным признаком современных донных отложений. Для характеристики гранулометрического состава морских осадков применялась системная десятичная метрическая классификация ВНИИОкеангеология, в соответствии с которой на литологической карте поверхности морского дна выделены осадки четырех гранулометрических типов: моногранулярные, бигранулярные, тригранулярные и полигранулярные [219].

**Моногранулярные (однородные) осадки**, сложенные на 75% и более одной доминирующей фракцией, представлены песками, алевритами и пеллитами. Среди моногранулярных осадков выделяются **моногранулярные чистые**, где содержание господствующей фракции составляет более 85%.

*Моногранулярные песчаные осадки* (П) занимают менее 5% площади дна. Они распространены в прибрежной части акватории и вокруг

Соловецких островов. Среди моногранулярных песков преобладают мелко- и среднезернистые. Для осадков характерна выпуклая форма кумулятивной кривой Г-типа. Содержание песчаной фракции не более 80%, примесь алевролита 10–20%, пелита не более 10%. Области распространения песков характеризуются активными гидродинамическими процессами и высокими скоростями придонных течений.

На участках Соловецкого шельфа с песчаными отложениями связаны повышенные количества карбонатного биогенного материала.

*Моногранулярные пелиты* (Пл), в том числе *пелиты чистые* (Пл ч) занимают более 25% площади листа. Наибольшее значение в распределении пелитового материала имеют глубоководные зоны, а именно часть центральной впадины Белого моря и прилегающие к ней области на глубинах моря, превышающих 150 м. На глубинах более 200 м пелиты переходят в чистые осадки (Пл ч) с содержанием пелитовой фракции до 88%, фракция субколлоидного пелита составляет не более 32%, преобладают частицы размера среднего пелита. Средний размер осадков – 0,001–0,004 мм. Содержание пелитовой фракции составляет более 75%, из примесей присутствует песок – 3–6%, алевролит – 8–16%. Формирование однородных пелитовых отложений определяется стабильной слабой гидродинамической активностью придонного слоя, в результате чего происходит осаждение биогенно-терригенных взвесей и после растворения биогенной части они превращаются в чисто терригенные разности. В зонах накопления пелитовых осадков отмечаются халистатические течения, непосредственно влияющие на образование полей тонкодисперсных осадков. Сортировка осадков умеренная, характерна вогнутая кумулятивная кривая. Пелитовые осадки сложены преимущественно механической смесью гидрослюды и хлорита с очень небольшой примесью смектита и каолинита и при значительном участии рентгеноаморфного вещества [411].

**Бигранулярные (переходные) осадки** сложены преобладающей (от 50 до 75%) и дополняющей (25–50%) размерными группами фракций. Эти отложения представлены песчаными, алевроитовыми и пелитовыми разновидностями.

*Гравийные пески* (ГрП) развиты вдоль Карельского берега и в северо-западной части Соловецкого шельфа на глубинах до 30 м, где они фациально переходят в моногранулярные пески и песчаные миктиты. Эти осадки также развиты на склонах ледниковых гряд у южного берега Кольского полуострова. Содержание гравия в осадке за счет размыва подстилающих отложений составляет 20–45%, песка – 60–72%. Кумулятивные кривые Г-типа указывают на формирование данных осадков в условиях интенсивной гидродинамики, средний размер частиц увеличивается до 0,08 мм. По происхождению большинство данных осадков относится к остаточным, возникшим за счет селективного выноса мелкозема.

*Алевроитовые пески* (АП) и *песчаные алевролиты* (ПА) занимают около 2% площади дна. Они выделены в пределах локальных форм рельефа в западной части Онежского залива, где залегают на глубинах от 20 до 40 м. Содержание песчаной фракции в алевроитовых песках изменяется от 55 до 74%, алевролита – от 25 до 43%.

Отмечается примесь пелита – менее 10%. Характерна S-образная форма кумулятивной кривой с резким перегибом в алевритовой или песчаной фракции. Содержание алевритовой фракции в песчаных алевритах изменяется от 51 до 62%, песчаной – от 35 до 44%, примесь пелита – менее 10%.

*Пелитовые алевриты* (ПлА) занимают менее 1% площади акватории. Встречаются в западной части Онежского залива в замкнутых понижениях рельефа на глубинах 50–60 м. Содержание алевритовой фракции в осадках 52–64%, пелитовой – 23–45%, примесь песка – 4–12%. Характерна плавная S-образная форма кумулятивной кривой.

*Алевритовые пелиты* (АПл) распространены на склонах глубоководной впадины. Они формируются на глубинах 50–200 м в условиях малоактивного гидродинамического режима, в условиях которого происходит преимущественно нефелоидное накопление взвешенного материала. О преобладании процессов аккумуляции свидетельствует плавная S-образная кумулятивная кривая, без резких перегибов. Содержание пелитовой фракции в осадке составляет 50–74%, алеврита – 20–47%, примесь песка – 2–10%. Осадки умеренно сортированные.

**Тригранулярные осадки (миктиты)**, состоящие из трех фракционных групп, и **полигранулярные (полимиктиты)**, сложенные четырьмя и более фракциями, относятся к смешанным осадкам. Они содержат взаимодополняющие размерные группы фракций в количестве от 25 до 50% каждой фракции, сопутствующие – от 10 до 25%. Сортировка осадков плохая ( $H_g > 0,75$ ), кумулятивные кривые в основном би- и полимодальные. Формирование этих отложений обусловлено совокупностью различных динамических процессов.

На карте выделяются следующие разновидности миктитов: пелито-алеврито-песчаные (ПлАП), алеврито-пелито-песчаные (АПлП), пелито-песчано-алевритовые (ПлПА), песчано-пелито-алевритовые (ППлА), песчано-алеврито-пелитовые (ПАПл). Они выполняют значительные по площади пространства между районами распространения осадков переходного типа, связаны с ними и между собой фациальными переходами. Песчанистые миктиты характерны для отложений перлювиального генезиса

Из мелкообломочных миктитов, выделенных на литологической карте, наиболее широко распространены *песчано-пелито-алевритовые* (ППлА) и *песчано-алеврито-пелитовые* (ПАПл), выполняющие фациальные переходы между различными литологическими типами осадков. Глубины их встречаемости изменяются в широких пределах: от уреза воды в прибрежной зоне до 100–150 м на склонах желобов. На глубинах менее 50 м распространены ПлАП, фациально переходящие в ПлПА.

Поле *полимиктитов* выделено среди алевритовых миктитов на участке вдоль Терского берега. Формирование этих осадков связано с размывом подстилающих верхнелепестовых отложений, преимущественно ледникового генезиса. Содержание (%) гравия в полимикритах – 15–20, песка – 20–31, алеврита – 38–44, пелита – 20–24. Этим осадкам соответствует полимодальная кумулятивная кривая, осадки несортированные ( $H_g > 0,75$ ).

## Вещественный состав донных отложений

В зависимости от происхождения и вещественного состава исходного материала среди морских осадков изученной акватории листа выделены следующие вещественно-генетические типы: терригенный, палимпсестовый.

*Терригенные* отложения наиболее широко развиты и занимают более 90% площади дна, крапом на карте не выделяются. Основными источниками обломочного материала являются продукты донной абразии и осадения взвесей.

*Палимпсестовые* отложения формируются при размыве и перемыве верхнеплейстоценовых отложений, прежде всего ледникового или ледниково-морского генезиса и развиты на участках отсутствия голоценовых отложений или их незначительной мощности (менее 0,5 м). Районы развития палимпсестовых отложений отмечены на участке вдоль Терского берега на глубинах 30–70 м. Представлены смешанными осадками, содержание гравия 15–20%.

## Минерально-геохимическая характеристика донных отложений

Изучение минерального состава проб проводилось иммерсионным методом крупноалевритовой фракции (0,1–0,05 мм).

Минеральный состав поверхностных донных отложений зависит от петрографического состава пород областей сноса. Выход тяжелой фракции в осадках изменяется в зависимости от близости суши, дальности переноса и гидродинамических условий зоны седиментации. В любом случае он аномально высокий для отложений других внутренних бассейнов по периферии Скандинавского щита.

Выход тяжелой фракции неравномерно распределен в пределах изучаемой акватории. Вдоль Карельского берега выход тяжелой фракции составляет более 10%. Повышенное содержание тяжелых минералов в осадках связано во многих местах с приливо-отливными течениями. В центральной впадине выход тяжелой фракции в осадках составляет 5–10%. что частично связано с появлением в них аутигенных минералов.

Основными минералами тяжелой фракции являются амфиболы, гранаты, пироксены и минералы группы эпидота–цоизита, черные рудные, которые являются породообразующими в кристаллических породах Кольского полуострова. Они составляют до 65% от выхода тяжелой фракции. В качестве аксессуарных минералов присутствуют эгирин, апатит, циркон, титанистые минералы (сфен, лейкоксен, рутил). Эпизодически встречаются анатаз, брукит, ставролит, кианит, биотит.

*Моноклинный пироксен* – присутствует повсеместно, но в небольшом количестве, в виде либо призматических зерен, либо угловатых и угловато-окатанных зерен, дымчатых, с редкими рудными включениями. Относится к группе авгитов. В единичных знаках присутствуют угловатые зерна бледно-зеленого цвета и относящиеся к группе диопсида.

*Ромбический пироксен* – присутствует в единичных знаках в виде призматических и угловатых зерен, плеохроирующих в зеленовато-розовых тонах. Относится к группе гиперстена. Содержание пироксенов в осадках составляет 0,4–11,6%.

*Роговая обманка* – присутствует во всех пробах в большом количестве в виде либо призматических зерен; либо угловатых; либо угловато-окатанных зерен, окрашенных в зеленые тона разной интенсивности. Иногда отмечаются зерна, окрашенные в бурые тона. В основном зерна, чистые от включений, но иногда в отдельных зернах отмечается масса рудных вростков. Содержание роговой обманки в осадках составляет 12,6–72,8%.

*Эпидот–цоизит* – присутствуют в виде угловатых зерен, бесцветных, очень редко окрашенных в фиолетово-зеленые тона, с газово-жидкими включениями и с вростками других минералов. Содержание минералов группы эпидота–цоизита варьирует от 3,8 до 22,6%.

*Эгирин* – присутствует в виде призматических ярко-зеленых зерен, чистых от включений. Иногда присутствует в виде единичных игольчатых зерен и их агрегатов, нередко лучистых, окрашенных в зеленовато-бирюзовые тона. Гораздо реже отмечаются неравномерно окрашенные зерна (проба 05–02) и плеохроирующие в желтовато-зеленых тонах (проба 05–01). Максимальное содержание эгирина в осадке 7%.

*Гранат* – присутствует повсеместно в виде: 1) угловатых зерен, бесцветных, чистых от включений; 2) угловатых зерен розового цвета; 3) полуокатанных, бесцветных зерен с неровной поверхностью, напоминающей «рябь» – возможно растворение? (проба 03-01); 4) имеющих коричневатый оттенок (проба 04-04); 5) крайне редко в виде угловатых зерен, содержащих массу рудной пыли (вростков) (проба 06-03). Содержание гранатов в осадке варьирует от 1,6 до 38,5%.

*Циркон* – присутствует в виде полуокатанных и хорошоокатанных зерен, бесцветных. Очень редко присутствует в виде призматических зерен, иногда содержащих газово-жидкие включения. Содержание циркона в осадках данной акватории не превышает 6%.

*Рутил* – присутствует в виде призматических зерен, игольчатых, а также их агрегатов, окрашенных в желтовато-коричневые тона. Содержание в осадках не превышает 2%.

*Биотит* – присутствует в виде чешуек коричневого цвета и темно-зеленого, со слегка сглаженными краями. Содержание биотитов в осадках менее 4%.

*Пирит* – присутствует в виде агрегатов, состоящих из мелких округлых шариков – микроконкреций с шероховатой поверхностью. Содержание в осадках менее 2%.

*Черные рудные* – присутствуют в виде полуокатанных зерен, магнитных и относятся к группе магнетита. Содержание черных рудных минералов в осадках варьирует от 1 до 33,4%.

Терско-Кандалакшский россыпной район в пределах Кольско-Беломорско-Тиманской россыпной зоны специализирован на минералы титана, циркония, граната, железа, редких земель. На литологической карте

ооконтурены ореолы повышенных концентраций гранатов, титансодержащих минералов (сфен, рутил, анатаз, брукит, чёрные рудные) и циркона, в пределах которых содержания составляют (кг/м<sup>3</sup>): для граната – 7–23, титансодержащих минералов – 4–18, циркона – 2–14. Эти участки выделены вдоль Терского и Карельского берегов. Источники поступления «черных» минералов и граната в россыпепооявления – это древние метаморфические толщи и интрузии различного состава [213, 664]. Также на карту вынесены станции, где в пробах обнаружены единичные зерна ортита и монацита. Работы ВСЕГЕИ в 1972 г. показали, что непосредственно вблизи берегов, сложенных кристаллическими породами, залегают песчаные тела мощностью до 10 м, в которых были выявлены россыпепооявления черных рудных минералов и циркона [412, 642].

Также, по данным А. М. Ивановой (1995), в этом районе в современных прибрежно-морских отложениях (пляжи, косы) близ м. Турий и р. Поньгомы найдены мелкие кристаллы алмаза, источником которых являются промежуточные коллекторы терригенных формаций палеозоя.

Приведенные данные по полезным минералам не могут считаться окончательными, так как определялись исключительно в узкой фракции 0,1–0,05 мм, а не во всем осадке шлиховым методом. Однако они подтверждают ранее высказанное еще академиком А. В. Сидоренко мнение, что Кольское побережье является перспективным с точки зрения россыпей полезных минералов.

Содержание элементов-примесей в отложениях определялось спектральным полуколичественным анализом. Поступление химических элементов в донные осадки осуществляется с терригенным обломочным материалом, поступающим с суши, путем выпадения из взвеси, а также за счет перемыва подстилающих слоев. В табл. 4 приведены содержания элементов-

Таблица 4

**Содержание элементов-примесей в донных осадках**

| Элемент | Среднее содержание, вес, % | Мах, вес, %           | Кларковое содержание в осадочных породах (по А. П. Виноградову) |
|---------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Ba      | $7,5 \times 10^{-2}$       | $10,0 \times 10^{-2}$ | $8 \times 10^{-2}$                                              |
| Ti      | $65 \times 10^{-2}$        | $100 \times 10^{-2}$  | $4,5 \times 10^{-2}$                                            |
| Mn      | $25 \times 10^{-2}$        | $30 \times 10^{-2}$   | $6,7 \times 10^{-2}$                                            |
| Fe      | 7,5                        | >10                   | 3,9                                                             |
| Pb      | $1,3 \times 10^{-3}$       | $3,0 \times 10^{-3}$  | $2 \times 10^{-3}$                                              |
| Ni      | $6,0 \times 10^{-3}$       | $15 \times 10^{-3}$   | $9,5 \times 10^{-3}$                                            |
| Zr      | $20,0 \times 10^{-3}$      | $50 \times 10^{-3}$   | $20 \times 10^{-3}$                                             |
| Mo      | $0,1 \times 10^{-3}$       | $0,3 \times 10^{-3}$  | $1,1 \times 10^{-3}$                                            |
| V       | $2,5 \times 10^{-2}$       | $3,0 \times 10^{-2}$  | $1,3 \times 10^{-2}$                                            |
| Cu      | $6,0 \times 10^{-3}$       | $10 \times 10^{-3}$   | $5,7 \times 10^{-3}$                                            |
| Zn      | $6,0 \times 10^{-3}$       | $20 \times 10^{-3}$   | $8 \times 10^{-3}$                                              |
| Co      | $2,8 \times 10^{-4}$       | $50 \times 10^{-4}$   | $20 \times 10^{-4}$                                             |
| Sr      | $3,0 \times 10^{-2}$       | $7,0 \times 10^{-2}$  | $4,5 \times 10^{-2}$                                            |

примесей в донных осадках акватории. Концентрации, значительно превышающие кларковые содержания в осадочных породах [106], отмечены для элементов титана, марганца.

Основную роль в накоплении элементов-примесей играют природные факторы (обогащение минералами-носителями за счет механической дифференциации, сорбция, химическое осаждение). Поэтому повышенные содержания Cu, Pb, Ni, Zn и ряда других элементов приурочены к алевритопелитовым отложениям (см. гл. «Геоэкология»).

### Геохимические исследования органического вещества в донных отложениях

Содержание органического углерода в современных отложениях определялось «мокрым сжиганием» по методу Кнопфа по 30 станциям. Содержание органического углерода в среднем по акватории составляет 0,65. Более высокие содержания  $C_{орг}$  (до 0,9%) приурочены к пелитовым отложениям в глубоководной части акватории.

На состав и содержание газовой компоненты было проанализировано 28 проб донных осадков, отобранных с глубины колонки более 1,5 м, т. к. в верхних горизонтах протекают интенсивные биохимические процессы.

Среди углеводородных газов в отложениях доминирует метан. Метан опережает другие УВ газы при миграции, может иметь биохимическое и глубинное происхождение. Поэтому он не является надёжным геохимическим индикатором или поисковым признаком наличия скоплений УВ. Помимо метана в газовой фазе донных отложений присутствует широкий спектр его гомологов – тяжелые углеводороды. В их составе присутствуют как предельные углеводороды – этан, пропан, н- и и-бутан, так и непредельные – этилен, пропилен, и-бутилен.

Содержание углеводородных газов в донных осадках исследуемой акватории приведено в табл. 5.

На акватории листа Q-36 не выделено газогеохимических аномалий по метану и его гомологам. Повышенные содержания метана отмечены в северо-западной части акватории, где они, возможно, приурочены к разломным зонам.

Таблица 5

#### Содержание углеводородных газов в осадках (нл/кг)

| Газ       | Число проб | $X_{ср}$ | $X_{мин}$ | $X_{макс}$ |
|-----------|------------|----------|-----------|------------|
| Метан     | 28         | 2147     | 455       | 22 625     |
| Этилен    | 28         | 5        | 2         | 9          |
| Этан      | 28         | 5        | 2         | 34         |
| Пропан    | 28         | 7        | 2         | 31         |
| и-бутан   | 28         | 0,1      | 0         | 2          |
| и-бутилен | 28         | 1,4      | 0         | 6          |
| н-бутан   | 28         | 1,9      | 0         | 9          |

---

---

## МАГМАТИЧЕСКИЕ И МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Плутонические и метаморфические породы на площади листа «Апатиты» слагают Балтийский щит и его склоны. На геологической карте они выделены в комплексы с учетом требований Петрографического кодекса [369]. Комплексы в ряде случаев не имеют собственных географических названий, что связано с неравномерной их изученностью. Основой определения времени возникновения комплексов являются геологические соотношения пород, их отношение к процессам метаморфизма и ультраметаморфизма и определения их изотопного возраста. Корреляция плутонических комплексов отражена в табл. 6 (для архейского акрона), табл. 7 (для протерозойского акрона) и табл. 8 (для палеозойской эры).

При определении геологического возраста плутонических образований верхнего протерозоя учтены материалы Дополнения 4 к Стратиграфическому кодексу России [189], для палеозоя – Шкала геологического времени фанерозоя, помещенная в Дополнении 3 к этому кодексу. Установлена связь плутонических и метаморфических комплексов с определенными СФО или СФЗ. Плутонические комплексы обычно обнаруживают с ними тесную пространственную связь, но иногда располагаются независимо в пределах самостоятельных плутонических зон (ПЗ), секущих СФЗ или СФО. Метаморфические комплексы различаются ассоциациями в различной степени мигматизированных и гранитизированных метаморфических пород. Часто они пространственно сопряжены с крупными полями разгнейсованных мигматит-плагиогранитов, мигматит-диоритов, границы которых условны. Эти обширные территории развития метаморфических гнейсов и гнейсо-гранитов обособлены в плутоно-метаморфические зоны (ПМЗ).

Ниже дается характеристика плутонических и метаморфических комплексов.

Корреляция магматических и метаморфических комплексов архейского возраста на территории листа «Апатиты»

| Эон                         | Эра                        | Время (млн лет)           | Карельская СФО                                      |                                                     |                                                           |                                                                                             |                                                          | Кольская СФО                                                |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|
|                             |                            |                           | Карельская гранит-зеленокаменная область            |                                                     |                                                           | Беломорская ПМЗ                                                                             |                                                          | Южно-Кольская ПМЗ                                           |                                              | Кольская гранит-зеленокаменная область                        |                              |                                 |                                  |                        |
| Позднеархейский / лопийский | Позднелопийская            | Поздне-гимольское<br>2700 | Группа гранитовых комплексов-2680*, 2634, 2674      |                                                     |                                                           |                                                                                             |                                                          | Канозерско-Кейвская ПЗ                                      |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |
|                             |                            |                           | Западно-Хижьярвинский сиенитовый к. 2700**          |                                                     |                                                           |                                                                                             |                                                          | Кейвский, Канозерский щелочных гранитов к. 2654, 2674, 2667 |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |
|                             |                            | Раннегимольское           | Комплекс мигматит- и анатектит гранитов 2610 - 2735 |                                                     |                                                           |                                                                                             |                                                          |                                                             |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |
|                             |                            |                           | ЮЗ часть Карельской ПМЗ                             | Гимольская СФЗ                                      | Тикшеозерская (Керетьская), Парандовская СФЗ              | Пебозерская СФЗ                                                                             | Беломорское ПМЗ                                          | Южно-Кольская ПМЗ                                           | Имандра-Южноварзугская СФЗ                   | Центрально-Кольская ПМЗ                                       |                              |                                 |                                  |                        |
|                             |                            |                           | Диорит-гранодиорит-плагиогранитовый к. 2724         | Гимольская сер.: андезит-дацит-риодацитовый к. 2730 | Кочкомско-Лобашский диорит-гранодиорит-гранитовый к. 2708 | Ахвенлампинская сер.: визаврская св.: базальт-андезибазальтовый к. 2720                     | Диорит-гранодиорит-плагиогранитовый к. 2761              |                                                             | Сергозерский диорит-гранодиоритгранитовый к. | Имандровская сер.: дацит-андезит-базальтовый к. 2700 – < 2805 |                              |                                 |                                  |                        |
|                             |                            | Среднелопийская           | Рокковское<br>2900                                  | Костомукшская СФЗ                                   | Парандовская СФЗ                                          | Пебозерская СФЗ                                                                             | Тикшеозерская СФЗ                                        | Поньгомская ПЗ                                              | Центрально-Кольская ПМЗ                      |                                                               |                              | Кейвская ПМЗ                    |                                  |                        |
|                             |                            |                           |                                                     | Контокская сер. : 2795, 2801, 2808, 2843            | Надвоицкий габбро-диорит-плагиогранитовый к. 2779         |                                                                                             | Поньгомский габбро-диорит-(эндербит)-плагиогранитовый к. |                                                             |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |
|                             |                            |                           | Нялмозерское<br>3000                                | Серякский ультра-рамафитовый к. >                   | Парандовская сер.: риодацит-андезит-базальтовый к. 2807   | Пебозерская и тикшеозерская сер.: риодацит-андезит-базальтовый (с коматитами) к. 2820, 2873 | ?                                                        |                                                             | ?                                            | ?                                                             | ?                            | ?                               |                                  |                        |
|                             |                            |                           |                                                     |                                                     | Серякский ультра-мафитовый к. > 2900                      | Охтинская т.: андезит-базальтовый к.; верхнеозерская св.: андезит-базальт-коматитовый к.    | ?                                                        | Беломорский метаморфический к. 2778, 2850, 2883             | Мигматит-плагиогранитовый к.                 | Мигматит-диоритовый к.                                        | Мигматит-плагиогранитовый к. | Южно-Кольский метаморф. к. 2904 | Кольский метаморфический к. 2830 | Мигматит-диоритовый к. |
|                             |                            | 3200                      | Средний лопий (возможно частью ранний)              | Пяозерско-Тулосская ПМЗ                             | Карельская ПМЗ                                            |                                                                                             |                                                          |                                                             |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |
|                             | Метаморфических гнейсов к. |                           |                                                     | Мигматит-плагиогранитовый к. 3000**                 |                                                           |                                                                                             |                                                          |                                                             |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |
|                             |                            | Саамий (+ ранний лопий ?) | Мигматит-диоритовый к.                              | Мигматит-диоритовый к.                              |                                                           |                                                                                             |                                                          |                                                             |                                              |                                                               |                              |                                 |                                  |                        |

к. – комплекс, св. – свита, сер. – серия. Методы определения возраста: 2680 – U-Pb по Zr; 2700\*\* – ТИЭ; 2680\* – Pb-Pb по породе; 3000 – Sm-Nd, порода+ минерал. 2900 – возраст предположительный.

## Корреляция местных разрезов карелия основных структур разных СФЗ на территории листа «Апатиты» (возраст пород в млн лет)

| Эра                                                    | Время, млн лет                     | Карельская СФО                            |                                         |                                               |                                      |                                                             | Кольская СФО                                                          |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Среднерифейская эра 1350                               |                                    | Костомукшский лампронтовый к. 1230, 1234  |                                         | Туттиярвинский габбродолеритовый к. 1130–1170 |                                      |                                                             |                                                                       |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
| Раннерифейская эра 1650                                |                                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             |                                                                       |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
| Позднекарельская                                       | Вепсийское 1800                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             | Беломорская ПЗ                                                        | Умбинская ПЗ                                     |                                                                       | Имадра-Варзугская СФЗ                            |                                                  |
|                                                        |                                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             | Чупинский гранит-пегматитовый к. 1750*, 1770, 1780, 1790              |                                                  |                                                                       | Панареченский монцо-габбро-сиенит-гранитовый к.  | Самингская т.: андезит-риолитовый к. 1765, 1870  |
|                                                        | Людиковийско-калевийское 1950–1920 |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             | Елетьозерская ПЗ                                                      |                                                  | Умбинский эндробитгранитовый к. 1912, 1941                            | Райнечоррский клинопироксенит-верлитовый к. 1863 | Соустовский щелочно-сиенитовый к. 1872*          |
|                                                        |                                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             | Тикшеозерский ультрамафитов нефелиновых сиенитов-карбонатитов к. 1851 |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
|                                                        | Людиковийское 2100                 | Шомбозерско-Лехтинская СФЗ                |                                         | Куолярвинская СФЗ                             |                                      | Ханкусьярвинская ПЗ                                         | Кукаозерская СФЗ                                                      |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
| Гайкольский перидотит-пироксенит-габброноритовый к. ?  |                                    | Куолярвинский габбро-перидотитовый к.     |                                         | Ханкусьярвинский перидотитовый к.             |                                      |                                                             |                                                                       |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
| Гайкольская св.: пикрит-базальт-андезит-базальтовый к. |                                    | Черноваракская св.: базальтовый к.        | Куолярвинская с.: пикрит-базальтовый к. |                                               | Хирвинаволокская св.: базальтовый к. |                                                             | Панская сер.: пикрит-трахибазальт-андезитовый к.                      |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
| Раннекарельская                                        | Ятулийское 2300                    | Сегозерская СФЗ                           |                                         | Шомбозерско-Лехтинская СФЗ                    | Соваярвинская СФЗ                    | Куолярвинская СФЗ                                           | Кукаозерская СФЗ                                                      |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
|                                                        |                                    | Янгозерская св.                           |                                         | Летнеозерская с.                              |                                      | Куолапанаярвинская с.                                       |                                                                       | Кукаозерская св.                                 | Умбинская св.: трахибазальтов и андезибазальтов к.                    |                                                  |                                                  |
|                                                        | Сариолийское 2400 ?                | Шуезерская с. ?                           |                                         | Шуезерская с. 2412                            |                                      | Снеппиярвинская с.                                          |                                                                       |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
|                                                        |                                    | Базальтов и андезибазальтов к.            |                                         |                                               |                                      |                                                             |                                                                       |                                                  |                                                                       |                                                  |                                                  |
|                                                        | Сумийское 2500                     | Соваярвинская СФЗ                         |                                         | Пяозерская ПЗ                                 |                                      | Топозерская ПЗ                                              |                                                                       | Шомбозерско-Лехтинская СФЗ                       |                                                                       | Колвицкая СФЗ                                    |                                                  |
|                                                        |                                    | Минаварская св.: дацит-риолитовый к. 2436 |                                         | Койгерский монцодиорит-гранитовый к. 2449     |                                      | Олангский перидотит-пироксенит-габброноритовый к. 2441–2446 | Вичанский чарнокит-гранодиорит-гранитовый к. 2418–2445, 2450          | Подужемский граносиенит-гранитовый к. 2397, 2437 | Ожиярвинская св.- дацит-риолитовый к. 2410–2442                       |                                                  | Куземский лерцолит-габброноритовый к. 2435, 2440 |
|                                                        |                                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             | Куземский лерцолит-габброноритовый к. 2435, 2440                      |                                                  | Стрельнинская сер.: риодацит-андезит-базальтовый к. 2423, 2428        |                                                  |                                                  |
|                                                        |                                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             | Колвицкий лейкогаббровый к. 2450–2462                                 |                                                  | Имадровский перидотит-пироксенит-габброноритовый к. 2437–2446         |                                                  |                                                  |
|                                                        |                                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             | Кандалакшская т.: базальтовый к. 2467                                 |                                                  | Главного хребта лейко-габбровый к. 2467–2453                          |                                                  |                                                  |
|                                                        |                                    |                                           |                                         |                                               |                                      |                                                             |                                                                       |                                                  | Панско-Мончегорский перидотит-пироксенит-габброноритовый к. 2485–2515 |                                                  |                                                  |

к. – комплекс, св. – свита, с. – серия. Методы определения возраста: 1760 – Rb-Sr – порода+минерал; 1760 – Sm-Nd – порода+минерал; 1800 – U-Pb по Zr; 1760\* – Pb-Pb по породе.

**Корреляция плутонических комплексов палеозоя  
на территории листа «Апатиты»**

| Геохронологическая шкала                        |                     |                             | Основные структурно-формационные зоны<br>(возраст пород дан в млн лет) |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|-------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| эра                                             | период              | эпоха                       |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| ПАЛЕОЗОЙСКАЯ                                    | Поздне-палеозойская | Поздняя<br>300 м л          |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     | Средняя                     | Саланлатва-Ивановская ПЗ                                               | Хибино-Ловозерская СФЗ                                                                                                                                                                                                                  | Кандалакшская ПЗ                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |
|                                                 | Среднепалеозойская  | Каменно-угольный<br>360 м л | Ранняя                                                                 | <b>Ковдорский- ультрамафит-фоидолит-карбонатитовый к.:</b><br>Ковдор- <b>380, 382</b> ; Вуо-риярви-363, 373, 375, 383;<br>Озерная варака- 370, 376;<br>Салмагора-370; Саланлатва-354, 370, 368; Курга-404;<br>Кандагуба-406, <b>416</b> | <b>Хибино-Ловозерский фоидолитов-агпаитовых нефелиновых сиенитов к.:</b><br>Хибинский м-в-388-358;<br>Ловозерский м-в- <b>404-347</b><br><br><b>?</b><br><br><b>Ловозерская толща:</b><br>щелочных пикритов-фонолитов-трахитов к.<br>446 | <b>Кандалакшский пикрит-мелилитит-фоидит-карбонатитовый к.</b> |
|                                                 |                     |                             | Поздняя<br>382 м л                                                     |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     | Средняя<br>392 м л          |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     | Ранняя                      |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     | Поздняя<br>424 м л          |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     | Ранняя                      |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     | Силурийский<br>443 м л      |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 | Раннепалеозойская   | Ордовикский<br>490 м л      | Поздняя<br>449 м л                                                     |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     |                             | Средняя<br>473 м л                                                     |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     |                             | Ранняя                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     | Кембрийский<br>535 м л      | Поздняя<br>500 м л                                                     |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 |                     |                             | Средняя<br>509 м л                                                     |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
|                                                 | Ранняя              |                             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |
| Позднерифейская эра-вендский период<br>1030 м л |                     |                             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |

465 – K-Ar метод по минералам, 406 – Rb-Sr метод по породе и минералам, 333 – Sm-Nd метод порода+минерал, 378 – U-Pb по минералам.

# МАГМАТИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

## РАННИЙ АРХЕЙ

### Саамский эон

**Мигматит-диоритовый комплекс** ( $m\delta SM?$ ) В пределах листа комплекс изучен недостаточно и выделен условно по аналогии с водлозерским комплексом на листе «Петрозаводск» [155]. Он расположен в пределах Пяозерско-Тулосской ПМЗ Карельской СФО. Комплекс образует Войницкий и Пяозерский ареалы, к краям которых часто приурочены зеленокаменные или сланцевые пояса лопия. В Войницком ареале они относятся к тоналит-трондьемит-гранодиоритовой серии пород, среди которых преобладают тоналиты. Среди них выделяются магнезиальные (более ранние) и менее магнезиальные тоналиты и трондьемиты. В южной части ареала тоналиты представлены магнезиальными эндербитами.

Породы большей частью рассланцованы. Преобладающими среди них являются диориты, кварцевые диориты, эндербиты и тоналиты. В качестве немногочисленных реликтов отмечаются метагабронориты и двупироксеновые амфиболиты. Наименее измененные породы характеризуются массивной текстурой и гипидиоморфнозернистой структурой. Часто в результате наложенных процессов они превращены в амфибол-биотитовые и эпидот-биотитовые гнейсы с бластическими и катакластическими структурами. Главные породообразующие минералы представлены плагиоклазом (от андезина и андезин-олигоклаза в диоритах до альбит-олигоклаза в плагиогранитах), амфиболом, биотитом, кварцем, в диоритах иногда присутствует моноклинный пироксен. Второстепенные и аксессуарные минералы – эпидот, хлорит, магнетит, сфен, апатит, лейкоксен. Преобладающие структуры – гранобластовая и немагнотгранобластовая, с реликтами призматическзернистой и гипидиоморфнозернистой. Комплекс содержит реликты гнейсов, гнейсы и тоналиты испытали метаморфизм в условиях гранулитовой фации, на которую наложен метаморфизм амфиболитовой фации умеренных и низких давлений. Возраст метаморфизма равен  $2680 \pm 50$  млн лет. Модельный Sm-Nd возраст гнейсов 293 млрд лет, а модельный возраст диоритов – 3 млрд лет [400]. Скорее всего данные возраста отражают не время формирования комплекса, а его преобразования. Л. П. Свириденко [417] рассматривает гнейсы и тоналиты как наиболее древние образования и относит их к инфракомплексу среднелопийских зеленокаменных поясов.

Пяозерский ареал по площади близок к Пяозерско-Тикшеозерскому поднятию, выделенному К. О. Кратцем [260] и названному таваярвинским комплексом [119]. Ареал сложен преимущественно гранитоидами, в которых часто сохраняются минеральные ассоциации гранулитовой фации и наложенной амфиболитовой фации метаморфизма. Состав пород варьирует от габбро и габбро-диоритов до трондьемитов и тоналитов. Выделяются две серии пород – известково-щелочная (магнезиальная) и толеитовая. Наиболее древними, вероятно, являются породы габбро-диоритового состава. Характерной особенностью пород является повышенное

содержание  $K_2O$ , что связано с процессами метасоматоза [400]. По представлениям Н. А. Волотовой, В. И. Шмыгалев и В. Н. Коншина, породы комплекса относятся к саамию. Однако по изотопному датированию их возраст (U-Pb, циркон) равен  $2724 \pm 8$  млн лет, что скорее всего отражает время преобразования пород, близкое ко времени регионального метаморфизма лопия.

## ПОЗДНИЙ АРХЕЙ

### Среднелопийская эра

**Мигматит-диоритовый комплекс** ( $m\delta LP_2$ ) среднелопийского возраста аналогичен по составу и текстурам описанному выше. Его породы выделены в пределах Южно-Кольской и Центрально-Кольской ПМЗ (Кольская СФО). Для них не известны древние (более 3150 млн лет) изотопные датировки возраста пород, а имеющиеся близки к 2900–2850 млн лет, что заставило отнести их на карте и в легенде к лопийским образованиям. Породы комплекса рассматриваются как наиболее древние, поскольку в юго-западной части Кольского полуострова пересекаются всеми встречающимися в районе магматическими породами [156]. Породы комплекса испытали метаморфические преобразования в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций позднелопийского и позднекарельского времени.

**Мигматит-плагиогранитовый комплекс** ( $m\gamma LP_2$ ) распространен в Карельской (Карельская ПМЗ) и в Кольской (Южно-Кольская и Центрально-Кольская ПМЗ) СФО.

В Карельской СФО комплекс представлен преимущественно плагиогранитами, их разгнейсованными разновидностями и мигматитами, реже сопутствующими тоналитами и трондьемитами, часто содержит реликты пород мигматит-диоритового комплекса. Породы комплекса отличаются большой степенью однородности: количество включений амфиболитов в них составляет лишь доли процента. В Беломорской ПМЗ комплекс развит ограниченно и характеризуется весьма пестрым составом, в основном отвечающим тоналит-трондьемитовой ассоциации.

Наиболее распространенные породы – тоналиты, трондьемиты, кварцевые диориты, диориты, а также эндербиты, чарнокиты, мигматит-граниты и мигматит-чарнокиты. Все они связаны между собой постепенными, часто трудноуловимыми переходами, реже контакты между ними четкие, резкие. Породы в той или иной степени огнейсованы, часто полосчатые за счет чередования полос с различным содержанием темноцветных минералов и наличия послынных прожилков плагиоклазового и плагиомикроклинового гранитного материала, количество которого составляет в среднем 15–25%, иногда до 30–40%. Гранитоиды содержат включения ортоамфиболитов, ортокристаллосланцев и амфиболсодержащих гнейсов, доля которых в общем объеме пород комплекса составляет обычно порядка 2%, повышаясь в восточной части площади до 5%. Часто породы комплекса являются субстратом мигматитов агматитового или небулитового типа.

Для тоналитов, трондьемитов, кварцевых диоритов и диоритов устойчивым минеральным парагенезисом является плагиоклаз № 15–35 (50–70%), кварц (5–20%), биотит (6–8%), роговая обманка (0–20%), эпидот (0–3%), в эндербитах и чарнокитах к ним добавляется пироксен-гиперстен или диопсид. В мигматизированных разновидностях увеличивается количество плагиоклаза и кварца, появляется микроклин. В качестве вторичных минералов (от единичных зерен до 8–10%) отмечаются мусковит, хлорит, скаполит, карбонат; аксессуарных – сфен, ортит, апатит. Структура пород гранобластовая, гломерогранобластовая, часто бластокатакlastическая, реже бластогранитовая. Преобладающими текстурами являются массивная, гнейсовидная, полосчатая, пloyчатая.

В Кольской СФО ортогнейсы и мигматиты преобладающего тоналит-трондьемитового состава имеют преимущественно северо-западное простирание. В более редких случаях простирание плоскопараллельных текстур приобретает северо-восточное или меридиональное направление, трассирующее фланги брахиформных структур, размеры которых варьируют от первых сотен метров до десятков километров в диаметре. Для рассматриваемого комплекса характерна частая перемежаемость пород различного петрографического состава, образующих полосовидные обособления простиранием от нескольких километров при мощности в десятки и первые сотни метров. Более меланократовые разновидности гранитоидов содержат повышенное количество включений амфиболитов, образующих пластообразные или линзовидные тела, удлиненность которых совпадает с простиранием полосчатости.

По химическому составу породы относятся к известково-щелочной серии с преобладанием тоналитовых и плагиогранитовых ассоциаций пониженной или нормальной щелочности и существенным преобладанием натрия над калием ( $n = 0,6–0,86$ ). Характерной особенностью пород по сравнению со стандартными типами плагиогранитов является пониженное содержание нормативного кварца и повышенное – плагиоклаза. Породы характеризуются также пониженным содержанием железа с преобладанием двухвалентного железа в сумме закисного и окисного, обогащены Rb, Sr, Cu, Ni, Co, Cr, Ti и обеднены Sc, U, Th, Y, REE, F, Li, Nb, Be, Ba, B [97], с заметным дефицитом тяжелых лантаноидов в сумме REE.

Изотопный возраст пород не отражает времени их возникновения, а показывает время их преобразований в результате наложенных процессов метаморфизма и ультраметаморфизма. Геологическое положение комплекса мигматит-плагиогранитов определяется тем, что он содержит реликты пород комплекса мигматит-диоритов [511] и прорывается гранитоитоидами среднелопийского времени.

Не исключено, что все рассмотренные выше плутонические комплексы могут относиться к эпохе, предшествующей формированию зеленокаменных поясов.

## Нялмозерские плутонические комплексы

### Серякский ультрамафитовый плутонический комплекс ( $\Sigma LP_{2s}^2s$ ).

Массивы комплекса отмечены в различных частях Западного Беломорья [378, 455], однако их наиболее представительными объектами являются тела серпентинизированных перидотитов северо-восточного берега оз. Серяк [34, 455–457]. В Беломорской ПМЗ выделены две зоны развития пород этого комплекса. Восточная зона – Центрально-Беломорский мафический пояс, прослеживается от оз. Серяк в субмеридиональном–юго-восточном направлении по побережью и островам Белого моря (Великая Салма, Кивгуба, мыс Картеш), далее в район озер Крохино, Ворочистое–Пиземское и далее в район д. Гридино. Массивы этого пояса не показаны на карте из-за своих ничтожных размеров. Западная зона включает более крупные массивы, показанные на карте. Крупный массив локализован на восточном крыле Тикшеозерской (Керетской) СФЗ в районе оз. Кереть. Южнее цепочка массивов располагается у восточного борта Шомбозерской и Лехтинской структур (Пебозерская СФЗ). Несколько массивов располагаются около Костомукшской СФЗ (восточнее оз. Нюк).

Комплекс представлен телами бесполовошпатовых ультраосновных пород – гарцбургитами, реже оливинитами и продуктами их метаморфизма: ортопироксенитами, серпентинитами, тремолитовыми амфиболитами и карбонатсодержащими породами. Они образуют тела линзовидной или более сложной конфигурации, размеры которых обычно не превышают первых десятков метров в поперечнике и редко достигают 100–200 м при длине в первые сотни метров, изредка до 1–2 км (оз. Серяк, о. Разостров на Белом море). С метаперидотитами оз. Серяк ассоциируют мелкие пластинообразные тела магнезиальных амфиболитов, которые с значительной долей условности могут интерпретироваться как образования дайковой фазы комплекса. Контакты тел полностью согласованы с полосчатостью вмещающих их амфиболитов. Совместно с последними они интенсивно деформированы. Строение тел однородное, наблюдающаяся в них зональность имеет метасоматическую природу и обусловлена привнесением  $SiO_2$  и других компонентов из пород рамы. Изотопные датировки пород, ассоциирующих с ультрабазитами [59], свидетельствуют о том, что ультрабазиты сформировались ранее 2,9 млрд лет. Диориты, прорывающие породы серякского комплекса, имеют изотопный возраст  $2850 \pm 20$  млн лет [400].

Первичный минеральный парагенезис перидотитов включает оливин (15–19% Fa), бронзит (11–15% Fs) и железистый феррихромит. Вторичные минералы представлены ортопироксеном (>20% Fs), антофиллитом, тремолитом, серпентином, хлоритом, магнетитом [456]. Для гарцбургитов характерна высокая магнезиальность ( $Mg = 82–89\%$ ), которая значительно снижается в амфиболитованных породах. Средний состав наименее измененных гарцбургитов ( $n = 9$ ) следующий:  $SiO_2 - 37,77$ ;  $TiO_2 - 0,21$ ;  $Al_2O_3 - 2,88$ ;  $Fe_2O_3 - 4,71$ ;  $FeO - 6,63$ ;  $MnO - 0,172$ ;  $MgO - 34,18$ ;  $CaO - 1,49$ ;  $Na_2O - 0,06$ ;  $K_2O - 0,01$ ;  $H_2O - 0,43$ ; ппп – 9,09;  $P_2O_5 - 0,06$ ;  $NiO - 0,18$ ;  $Cr_2O_3 - 0,254$ . Для них характерны низкие содержания (г/т) Rb (1,35– 2,13),

Zr (9,29–11,5) и Y (2,03–3,27), близкое к хондритовому содержанию РЗЭ со слабодифференцированным, плоским характером распределения.

Возможно, что расположение комплекса вблизи с границами зеленокаменных поясов косвенно свидетельствует о их временной близости.

## Рокковские plutонические комплексы

**Надвоицкий габбро-диорит-плагиогранитовый plutонический комплекс** ( $v\text{-}\rho\gamma\text{LP}_2^{\text{nd}}$ ). В восточной краевой части Карельской СФО закартированы многочисленные гранитоидные массивы [665, 666], приуроченные к юго-западному краю Парандовской СФЗ. Это небольшие трещинные интрузии, вытянутые в северо-западном направлении, самая крупная из которых имеет размеры  $2\text{--}4 \times 12$  км. Контакты массивов с вмещающими породами субсогласные и кососекущие, типично интрузивные, что подчеркивается приконтактовыми эруптивными брекчиями.

При незначительной величине массивы имеют сложное строение. Основной их объем выполнен биотитовыми плагиогранитами, в той или иной степени всегда огнейсованными и катаклазированными. По преобладающему составу это тоналиты, а также более лейкократовые трондьемиты и изредка низкокалиевые гранодиориты, содержащие до 15% микроклина. Среди гранитоидных пород встречаются линзовидные, конформные контактам, тела мощностью до первых сотен метров, сложенные диоритами и метагабброидами в соотношениях расслоенности. Эти мафические породы обладают сланцеватой текстурой, лепидомелановой структурой и сложены почти нацело вторичными минералами зеленокаменного парагенезиса: кислым плагиоклазом с обильной сосюритовой вкрапленностью, актинолитом, эпидотом, хлоритом и биотитом. Иногда встречаются реликты первичной бурой роговой обманки.

Внутрикамерная дифференциация с образованием расслоенности особенно ярко выражена в Косьюсозерском массиве, самом крупном в составе комплекса. Он расположен в верхнем течении р. Тунгуда и приурочен к границе между выступом олигоклавовых гнейсо-гранитов и лопийской зеленокаменной толщей. На севере массив прорван Ватулминской гранитной интрузией и повсеместно – многочисленными гранитными дайками, принадлежащими к более позднему кочкомско-лобашскому диорит-гранодиорит-гранитовому комплексу.

На современном эрозионном срезе Косьюсозерский массив, частично перекрытый карельскими отложениями, занимает площадь около  $100 \text{ км}^2$ . Он представляет собой пластообразное расслоенное тело, в составе которого участвуют (снизу вверх): 1) амфиболизированные плагиопироксениты, меланогаббро и горнблендиты; 2) лейкократовые габброиды и диориты; 3) кварцевые диориты и тоналиты. Последние рассечены дайками микродиоритов, что может указывать на монофазный характер этой дифференцированной интрузии.

Диагностика и классификация мафических пород массива затруднены из-за интенсивных метаморфических изменений. Из первичных минералов в основных и средних породах можно видеть роговую обманку, биотит,

изредка реликтовый уралитизированный диопсид. Первичный плагиоклаз замещен альбитом и олигоклазом, заполненным агрегатом из минералов группы эпидота, что подчеркивает магматическую зональность плагиоклаза и, наряду с реликтовыми порфиroidными структурами, позволяет судить о гипабиссальном характере интрузии. Лучшей сохранностью отличаются второстепенные и акцессорные минералы – титанит, апатит, магнетит, содержания которых достигают первых процентов и возрастают с увеличением цветного индекса пород.

Эти же акцессорные минералы, а также алланит, устанавливаются в кислых породах массива – кварцевых диоритах и тоналитах, содержащих (без учета вторичных минералов): 65–75% плагиоклаза, 10–25% кварца, около 10% биотита и 0–10% роговой обманки. Структуры этих пород гранитные и бластогранитные, часто с порфиroidными выделениями плагиоклаза, а также порфиroidкластические, цементные и милонитовые в зонах дислокационного метаморфизма.

Породы надвоיצкого комплекса составляют в совокупности низко-умереннокалиевую известково-щелочную серию с индексом Пикока около 59. Гранитоиды комплекса относятся к породам нормального ряда, но катаклазированные и милонитизированные разновидности оказываются обычно пересыщенными глиноземом из-за присутствия в них вторичного мусковита. В целом гранитоиды бедны щелочами, при резком преобладании натрия над калием и характеризуются подкларковыми содержаниями литофильных редких элементов, за исключением стронция.

По устному сообщению В. А. Богачева (ГГУП специализированная фирма «Минерал»), изотопный возраст цирконов (SHRIMP II) из кварцевых диоритов Косьюозерского массива составляет  $2777,8 \pm 9,1$  млн лет.

**Поньгомский габбро-диорит-плагиогранитовый плутонический комплекс** ( $v\text{-}\rho\gamma\text{LP}_{2}^{\text{pn}}$ ) локализуется в основном в породах хетолаамбинского подкомплекса беломорского комплекса в районе д. Поньгома и вблизи восточной границы Тикшеозерского (Керетского) ЗКП с Беломорской ПМЗ (между озерами Ковдозеро и Кереть). Он представлен несколькими десятками тел преимущественно мелких и средних (площадью от 1–4 до 6–14 км<sup>2</sup>). Выделяется довольно крупный Керчугский массив (80 км<sup>2</sup>), являющийся эталонным для данной площади. Ориентировка массивов по отношению к породам рамы в основном дискордантная, но отмечается и как бы «приспособление» их приконтактных частей к ориентировке вмещающих пород.

Массивы поньгомского комплекса представляют собой дифференцированные интрузии, характерной особенностью которых является сонахождение широкого спектра пород от габброидов до эндербитов плагиогранитного и чарнокитов гранитного состава, а также присутствие промежуточных разновидностей пород. В разных массивах они находятся в различных количественных соотношениях, но всегда в тесной пространственной связи. Все они отличаются характерным внешним обликом: буровато-серым, иногда с сиреневатым оттенком цветом, крайней неоднородностью сложения – от мелкозернистого до пегматоидного, наличием дымчатого или голубоватого опаловидного кварца в виде крупных порфиroidных зерен.

Отмечаются как постепенные переходы между разновидностями пород, так и эруптивные, что позволяет говорить о возможной многофазности некоторых интрузий.

Наиболее ранние дифференциаты – габброиды и диориты в виде тел или блоков различной формы (остроугольной, овальной, линзовидной и др.) и размеров (от десятков сантиметров до десятков-первых сотен метров) цементируются эндербитами плагиогранитного состава и чарнокитами гранодиоритового и гранитного состава. Количество габброидов и диоритов колеблется от 1–2 до 10–25% объема пород массивов. Преобладают эндербиты, более ограниченно развиты чарнокиты. Ряд мелких массивов сложены одной из разновидностей пород комплекса. Границы тел с окружающими их породами нерезкие, но четкие.

Габброиды представлены габбро, габброноритами, лейкогабброноритами, габбро-диоритами, обычно измененными до амфиболитов, эколитоподобных пород и кристаллосланцев (плагиосланцев), сохраняющих реликтовые габбровые структуры. Чаще структуры их гранобластовые, гетерогранобластовые, порфиронематобластовые, участками диабластовые с элементами келифитовых. По составу выделяются гиперстен-диопсид-амфиболовые, диопсид-амфиболовые и диопсид-биотит-амфиболовые иногда с гранатом кристаллосланцы. Акцессорные минералы в метагабброидах представлены апатитом, рудным и сфеном, количество которого иногда достигает 2–3%. Характерная особенность габброидов, так же как их измененных разновидностей – высокое содержание  $TiO_2$  – до 2,10–2,26%.

Эндербиты в составе средних и крупных массивов образуют неправильной формы тела с апофизами в габброиды или слагают целиком мелкие овальной формы массивы. Отмечаются участки ветвистых, сетчатых и небулитовых мигматитов, в которых субстрат представлен кристаллосланцами, а жильный материал – эндербитами. Эндербиты – средне- и крупнозернистого сложения мезократовые породы с гипидиоморфнозернистыми и порфиroidными структурами, нарушенными явлениями бластеза, катаклаза и метасоматического замещения. Состав их изменяется от диоритового до плагиогранитного. Устойчивой минеральной ассоциацией в эндербитах является гиперстен, плагиоклаз № 35–45 (иногда антипертитовый), кварц, обычно биотит, диопсид (салит) и амфибол, встречается гранат. Для жильных эндербитов характерны крупные зерна гиперстена, обрастающего каймами диопсида, куммингтонита или роговой обманки и граната. Диафторированные разновидности эндербитов, в которых гиперстен превращен в агрегат слюдистых минералов, отвечают биотит-диопсид-амфиболовым, амфибол-биотитовым, биотитовым диоритам, кварцевым диоритам и плагиогранитам. В них сохраняются реликтовые гранитовые структуры, но более обычны гломерогранобластовые, катакластические. Акцессорные минералы те же, что и в габброидах – апатит, сфен, рудный.

Чарнокиты имеют преимущественно гранодиоритовый, реже гранитовый состав, кроме того встречаются чарноэндербиты – ортоклазосодержащие эндербиты. Они слагают отдельные мелкие тела с выдержанным обликом и составом пород, включают ксенолиты более ранних дифференциатов комплекса или вмещающих пород. Наблюдаются чарнокиты, образующие

пятнистые участки с неясными очертаниями и ассоциирующие с эндербитами. Иногда они встречаются в габброидах и эндербитах в виде пластовых и пластово-секущих жил мощностью 0,3–2,5 м. В жильном материале и на контакте его с субстратом отмечается интенсивное развитие граната в виде каймы шириной до 2–3 см.

Чарнокиты – обычно крупнозернистые до пегматоидных массивные розовато-серого или бурого цвета породы. Выделяются разновидности равномернозернистые с редкими порфиroidными выделениями ортоклаза и порфиroidные до рапакивиподобных, в которых количество порфиroidных выделений ортоклаза достигает 30%. Состав неизменных чарнокитов определяется парагенезисом: гиперстен, плагиоклаз № 23–25, ортоклаз (моноклинный), кварц, биотит (ярко-коричневый). К обычным для пород комплекса акцессорным минералам добавляются монацит и циркон. При метаморфизме чарнокитов происходит преобразование их в массивные граниты, в которых ортоклаз становится триклинным, появляется решетчатый промежуточный микроклин, часто в виде крупных порфиroidкlastовых выделений; гиперстен и ярко-коричневый биотит практически исчезают, замещаясь темно-коричневым биотитом.

Породы комплекса относятся к толеитовой высокожелезистой и известково-щелочной сериям. Для них характерно относительно высокое содержание  $K_2O$  и Ва. Чарнокиты относятся к семейству субщелочных гранитов и гранитов калиево-натриевой серии, чарноэндербиты – к натриевой серии.

Верхний возрастной предел пород поньгомского комплекса определяется пересечением его жилами и малыми телами плагиомикроклинных гранитов и аплитов позднелопийского возраста, оказывающих на них метасоматическое воздействие. Наряду с очевидными признаками интрузивного генезиса в процессе дифференциации магмы, для части пород (в первую очередь чарнокитов) нельзя исключить их метасоматическую и ультраметаморфогенную природу. Имеют место и процессы контаминации кислыми членами комплекса более основных пород с образованием промежуточных разновидностей (чарноэндербитов, монцодиоритов). Поэтому полученные U-Pb методом по цирконам для чарнокитов изотопные датировки возраста, близкие к 2720–2730 млн лет, могут отражать время наложенных процессов.

## Позднелопийская эра

### Раннегимольские магматические и плутонические комплексы

К раннегимольскому времени условно отнесены ранне- и/или синскладчатые гранитиды, прорывающие породы лопия.

**Диорит-гранодиорит-плагиогранитовый плутонический комплекс** ( $\delta$ - $r\gamma LP_3$ ) объединяет ряд массивов в Карельской СФО. К ним относится группа интрузий сложного строения и состава района оз. Куйто-Нюк. Сюда же включены массивы плагиогранитового и диоритового составов из Карельской ПМЗ и крупные тела того же состава, закартированные к северу от оз. Панаярви и к юго-западу от оз. Пяозеро. В этот комплекс включены и аналогичные по составу массивы Центрально-Кольской ПМЗ.

Основные типы пород чаще всего представлены диоритами, кварцевыми диоритами, гранодиоритами и плагиогранитами. Наименее измененные породы имеют массивную текстуру, гипидиоморфнозернистую структуру, иногда с крупными идиоморфными зернами плагиоклаза, часто видны бластокатакlastические структуры.

Главные породобразующие минералы представлены плагиоклазом ( $An_{60-5}$ ), биотитом, роговой обманкой, эпидотом, иногда пироксеном и диопсидом, кварцем, в гранодиоритах и плагиогранитах – микроклином. Среди акцессорных минералов отмечаются апатит, сфен, циркон, рудные – магнетит и сульфиды. По химическому составу породы комплекса образуют ряд от диоритов до плагиогранитов и относятся к известково-щелочной серии, калиево-натриевого ряда. Они обогащены Cr, Ni, Co и обеднены Rb относительно кларковых содержаний в соответствующих типах пород. В Беломорской ПМЗ к этому комплексу условно отнесены массивы плагиогранитов. Они представлены многочисленными пластовыми, пластово-секущими и секущими интрузиями, прорывающими все образования беломорского комплекса и оказывающими на них локальное контактное и мигматизирующее воздействие. Массивы плагиогранитов прорываются жилами аплитовидных и пегматоидных плагиомикроклиновых гранитов позднегимольского этапа. Отдельные маломощные (от 1 до 10 м) пластовые тела плагиогранитов отмечаются в кристаллосланцах и амфиболитах верхнеозерской свиты. Размеры тел плагиогранитов сильно варьируют и составляют от 5–10 м<sup>2</sup> (не выделяются в масштабе карты) до 7–14 км<sup>2</sup>, преобладают тела размером 1–3 км<sup>2</sup>.

По составу преобладают плагиограниты и лейкоплагиограниты, значительно реже отмечаются гранодиориты и кварцевые диориты. Породы массивные или огнейсованные, иногда нечеткополосчатые от мелко- до грубозернистых, чаще среднезернистые. Структуры пород бластогранитовые, гранобластовые с реликтами гипидиоморфнозернистых, гломерогранобластовые. Главными минералами плагиогранитов являются плагиоклаз–олигоклаз (50–70%), кварц (20%) и темно-бурый биотит (3–10%). Вторичные и второстепенные минералы представлены мусковитом, эпидотом, цоизитом, гранатом и хлором; акцессорные – ортитом, апатитом, сфеном, редко цирконом и магнетитом.

Гранодиориты и кварцевые диориты отличаются присутствием обыкновенной роговой обманки и более основным составом плагиоклаза – до андезина № 32–36. По химическому составу плагиограниты отвечают низкощелочным гранитоидам с существенным преобладанием Na над K.

Возрастное положение комплекса определяется прорыванием гранитоидами пород лопия и наложению на них процессов мигматитообразования. Для массивов, расположенных в Беломорской ПМЗ на п-ове Толстик [57], получены цифры возраста, равные  $2761 \pm 10$  млн лет (U-Pb, циркон).

**Кочкомско-лобашский гранодиорит-гранитовый плутонический комплекс** ( $\gamma\delta$ - $\gamma LP_3kl$ ) включает ряд массивов, которые тесно ассоциированы с массивами тунгудского комплекса, образуя вместе с ними протяженный интрузивный пояс, пространственно сближенный с Шуезерско-Парандовской и Тикшеозерской СФЗ.

В строении массивов принимают участие породы, состав которых варьирует от амфибол-биотитовых гранодиоритов до биотитовых гранитов и лейкогранитов. В составе комплекса присутствуют как простые, так и зональные массивы. Примером последних может служить Кочкомский массив. В плане он имеет форму овала размером  $9 \times 15$  км, вытянутого в северо-западном направлении. Ранее массив рассматривался в составе мигматит-гранитовой формации [352], однако данные геологической съемки указывают на отчетливые эруптивные соотношения интрузии с вмещающими зелеными сланцами, испытавшими интенсивный метаморфизм в фации роговообманковых роговиков [666].

Зональное строение интрузии выражено в постепенной смене равнозернистых массивных гранитов центральной её части порфиroidными трахитоидными адамеллитами (монцогранитами) при переходе к краевой зоне. В периферической, юго-западной части массива установлены, кроме того, гранодиориты, составляющие его раннюю фазу. Различные породы, от гранодиоритов до гранитов, участвуют в строении крупнейшего в составе комплекса Шобинского плутона, протягивающегося с северо-запада на юго-восток на 35 км при ширине до 10 км. Меньше крупные массивы сложены преимущественно породами одного вида: либо гранодиоритами (Каменноозерский и Нигалмский массивы), либо гранитами (Ватулминский массив), но и в них устанавливаются признаки зонального строения. Они проявлены в присутствии эндоконтактовых, существенно плагиоклазовых гранитоидов, иногда почти свободных от калиевого полевого шпата.

Особенно ярко подобный тип зональности проявлен в Лобашской интрузии, типично представляющей породную рудоносную фазу рассматриваемого интрузивного комплекса. С Лобашской интрузией связано месторождение молибдена. Интрузия расположена у юго-восточного окончания Шобинского массива и представляет собой гребневидное тело, вытянутое в субмеридиональном направлении на 2,5 км. Апикальная часть интрузии прослежена бурением на глубине 100–150 м от поверхности. Она характеризуется крутым восточным и пологим западным контактами с вмещающими сланцами и метадиабазам, среди которых размещена большая часть рудной залежи, конформной кровле гранитного тела [211]. В эндоконтакте интрузии наблюдаются закаленные кварц- и плагиоклаз-порфиroidные породы, не содержащие калиевого полевого шпата, которые постепенно сменяются микроклин-плагиоклазовыми гранит-порфирами и затем, на глубине 30–90 м от кровли массива – порфиroidными микроклинными лейкогранитами, слагающими основной объем Лобашской интрузии.

Изменение минерального состава находит отражение в геохимии пород, в которых по направлению к контакту интрузии устанавливается неуклонное снижение концентрации калия и его спутников – Rb, Cs, Li. Причиной возникновения зональности является удаление калия из кристаллизующейся магмы совместно с флюидной фазой, что подтверждается образованием зоны интенсивной биотитизации рудовмещающей толщи вблизи кровли интрузии. Отличительной особенностью гранитов рассматриваемого комплекса является их специализация в отношении молибдена, вольфрама, висмута, сфена, урана, особенно резко выраженная в породах Лобашской

интрузии. В них устанавливаются повышенные концентрации фтора, рубидия, цезия, олова, бериллия, ниобия, при пониженных Sr, Ba, Zr, легких редких земель. Особенности распределения редких элементов подчеркивают рудогенерирующие способности гранитов и обусловлены совокупным действием двух факторов эволюции расплава – кристаллизационной и флюидно-магматической дифференциации. По своим минералого-геохимическим характеристикам лобашские граниты близки к фракционированным лейкократовым производным орогенических гранитов I-типа.

Особенностью гранитоидов комплекса являются порфириовидные структуры, вызванные присутствием вкрапленников калиевого полевого шпата, часто крупных размеров, как, например, в Кочкомском массиве. Вкрапленники иногда сопровождаются микропегматитовой оторочкой с образованием гранофировой структуры, что особенно часто проявлено в породах Ватулминского массива и прямо указывают на гипабиссальный уровень его становления. Основная масса пород имеет гранитную структуру. Катаклазированные породы, очень широко распространенные во всех массивах, характеризуются порфирокластическими, цементными и милонитовыми структурами, а также гранолепидобластическими в случае интенсивного развития вторичного мусковита в бластомилонитах и динамосланцах по гранитоидам.

Главными минералами являются микроклин–микрпертит с содержанием свободной альбитовой фазы до 25 %, кислый плагиоклаз, обычно серицитизированный и альбитизированный и кварц. Содержания и количественные соотношения этих минералов закономерно изменяются в ряду гранодиорит–адамеллит–гранит. Темноцветные минералы представлены биотитом, железистость которого сравнительно невелика (около 0,6) и к которому в гранодиоритах присоединяется роговая обманка. Содержание темноцветных минералов составляет не более 15 %, а в лейкогранитах снижается до 3- 5 %. Вторичные минералы представлены альбитом, хлоритом, эпидотом, мусковитом, карбонатом, флюоритом, пиритом. Характерные акцессории – титанит, магнетит и лейкоксен, алланит, а также апатит и циркон.

Петрохимия пород главных гранитоидных фаз определяется их принадлежностью к калиево-натриевой известково-щелочной серии. Породы обладают умеренной щелочностью, железистостью и глиноземистостью, большей частью отвечая породам нормального ряда или слегка пересыщенным глиноземом. Повышенной глиноземистостью характеризуются бластомилониты по гранитоидам и метаморфически измененные, часто интенсивно мусковитизированные, граниты рудоносных интрузий – Лобашской и Пяозерской. На петрогеохимических диаграммах фигуративные точки составов пород располагаются вблизи трендов известково-щелочных плутонов типа кордильерских батолитов.

Геохимия гранитоидов вполне согласуется с их петрохимическими особенностями. Содержания редких элементов в породах главных интрузивных фаз комплекса очень близки к кларкам высококалиевых гранитов по Таркьяну и Ведеполу и к кларкам орогенических гранитов I-типа. В них не обнаружен дефицит европия в составе редких земель. Отрицательная

европиевая аномалия появляется только в наиболее дифференцированных породах – гранитах и лейкогранитах.

В пределах Тикшеозерской СФЗ к этому комплексу отнесены восемь мелких массивов размером от  $200 \times 200$  м до  $600 \times 1600$  м и один крупный – Кухтозерский. Он имеет грушевидную в плане форму, вытянутую в субмеридиональном направлении вдоль восточного берега оз. Тикшеозеро. Длина его составляет 11 км, ширина в северной половине от 1 до 2 км, в южной – до 7,5 км. Западный контакт Кухтозерского массива с вмещающими его раннелопийскими мигматитами согласный. По данным К. А. Шуркина [509], он имеет эндоконтактовую зону закалки мощностью в 2–3 м, в пределах которой в породе исчезают порфиоровкрапленники, крупнозернистые диориты сменяются среднезернистыми и в самом контакте мелкозернистыми. Восточный контакт массива с лопийскими и сумийскими вулканитами тектонический.

Диориты секутся жилами мощностью от нескольких сантиметров до 1–1,5 м и небольшим телом лейкогранитов позднегимольского этапа магматизма. В массиве присутствуют ксенолиты плагиосланцев по вулканитам среднего–основного состава, по-видимому, среднего лопия. Ксенолиты имеют вид пластов длиной в несколько метров с как бы обрубленными окончаниями.

Гранитоиды комплекса являются постметаморфическими. Изотопный возраст гранитов Лобашского массива составляет  $2708 \pm 6$  млн лет (U-Pb, SHRIMP) [68].

**Сергозерский гранодиорит-плагиогранитовой плутонической комплекс** ( $\gamma\delta$ - $\gamma$ LP<sub>3s</sub>) приурочен к южному флангу Имандра-Южноварзугской СФЗ. Он образован биотитовыми, амфибол-биотитовыми гранодиоритами и плагиогранитами гнейсовидной, реже массивной текстуры. В подчиненном количестве присутствуют диориты и кварцевые диориты, приуроченные, как правило, к местам скопления ксенолитов метавулканитов вмещающих пород. Главные породообразующие минералы гранитоидов – плагиоклаз (андезин, олигоклаз), кварц, биотит, амфибол, в гранодиоритах и более кислых породах присутствует микроклин. Акцессорные минералы – сфен, апатит, магнетит, циркон, ортит. Для гнейсовидных пород характерны гранолепидобластовая и гранонематобластовая структуры, в массивных разновидностях структуры неравномернозернистые, порфиоровидные, гипидиоморфнозернистые, местами габбровые.

По химическому составу на большинстве диаграмм породы комплекса образуют непрерывный ряд от габбро-диоритов, диоритов и кварцевых диоритов до плагио-, микроклин-плагиоклазовых и плагиомикроклиновых гранитов. Гранитоиды характеризуются средней величиной железистости ( $F = 0,5-0,6$ ) и в целом пониженными значениями коэффициента окисления железа ( $F_0 = 0,3-0,4$ ). Характерными элементами-примесями пород являются Cu, Ni, Co, Cr, V, Sr.

**Комплекс мигматит- и анатектит-гранитов** (ma $\gamma$ LP<sub>3</sub>). Породы комплекса, представленные микроклин-плагиоклазовыми, плагиомикроклиновыми палингенно-метасоматическими гранитами, мигматит-гранитами,

гранодиоритами, интрузивно-анатектическими гранитами, наиболее широко распространены на Балтийском щите.

Наиболее распространенными типами пород комплекса являются мигматит-граниты и порфиробластические граниты; менее распространены палингенно-метасоматические и интрузивно-анатектические граниты [97]. По величине отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , равной 0,716–0,722, в апатите гранитоиды комплекса относятся к типичным коровым образованиям.

Фациальный облик мигматит-гранитов и порфиробластических гранитов зависит от степени переработки пород субстрата и варьирует от слабо измененных гнейсов и тоналитов с небольшим количеством порфиробласт микроклина до относительно гомогенных массивных или слабогнейсовидных гранитоидов. Для мигматит-гранитов часто характерно полосовидное простираение различных петрографических разновидностей пород, по составу варьирующих от кварцевых диоритов до мезо-лейкократовых гранитов. Главные порообразующие минералы – плагиоклаз (альбит–олигоклаз, олигоклаз), микроклин, кварц, биотит, реже амфибол, акцессорные минералы – магнетит, ильменит, гранат, сфен, ортит, эпидот, циркон. Преобладающими структурами мигматит-гранитов являются бластогранитная, порфиробластовая и гетерогранобластовая, коррозионно-метасоматическая, и в участках с флюидалными текстурами – гипидиоморфнозернистая и аплитовая. Отчетливо проявлена зависимость содержания темноцветных минералов от состава субстрата, количества и размера включений в гранитоидах.

По химическому составу мигматиты и порфиробластические граниты соответствуют главным образом гранодиоритам и адамеллитам, отклоняясь от них в сторону повышенного содержания щелочей. Характерной особенностью состава рассматриваемых пород является отсутствие прямой корреляционной зависимости между содержанием кремния и калия, что четко отличает эти породы метасоматического генезиса от производных кристаллизации из магматических расплавов.

Палингенно-метасоматические граниты и более гомогенные по составу анатектические граниты образуют небольшие массивы и жиллообразные тела среди мигматит-гранитов и порфиробластических гранитов. Расположение массивов и жил по отношению к гнейсовидности вмещающих пород является секуще-согласным, линия контакта часто под углом срезает гнейсовидность. Минеральный состав палингенно-метасоматических и интрузивно-анатектических гранитов отличается от состава мигматит-гранитов и порфиробластических гранитов более высоким содержанием кварца, микроклина и меньшим содержанием темноцветных и акцессорных минералов. Структура рассматриваемых пород гипидиоморфнозернистая, порфириформная, микрографическая, местами гранобластовая. По химическому составу они принадлежат к породам калиево-натриевого или калиевого ряда с низким содержанием феррических компонентов, повышенной железистостью ( $F = 0,6–0,9$ ) и высокими значениями коэффициента окисления железа ( $F_0$  до 0,6–0,7).

Процесс формирования гранитоидов комплекса на инверсионно-протоорогенной стадии лопийского тектоно-магматического цикла включал этап

переработки субстрата глубинными флюидами с привнесом Si, K, Rb, Ba и выносом Ti, Mg, Ca, P, Sr, Li, F и последующим селективным плавлением.

Аналогичные породы этого комплекса распространены в Карельской СФО и в Беломорской ПМЗ. В Карельской СФО комплекс в основном граничит с мигматит-плагиогранитовым подкомплексом раннелопийского возраста, с которым он имеет постепенные переходы через зоны шириной от нескольких сот метров до нескольких километров. В пределах этих зон происходит смена мигматит-гранитов с тенями более древнего субстрата мигматитами с достаточно хорошо распознаваемым субстратом плагиогранитоидов. В связи с этим на большем своем протяжении граница является условной. С амфиболовыми породами беломорского метаморфического комплекса граница четкая и имеет согласный или согласно-секущий характер с зонами экзоконтактовых мигматитов шириной в десятки метров. Тела мигматит-гранитов сопровождаются ореолами мигматитов всех известных морфологических типов с лейкосомой кварц-плагиомикроклинового состава. Неоднородность пород рассматриваемого комплекса усиливается наличием в их составе значительного количества линз, гнезд и жил аплитов и пегматитов. Переходы между всеми разновидностями пород постепенные, трудноуловимые, контакты согласные. Они характеризуются гранобластовыми, реже бластогранитовыми структурами с элементами структур метасоматического замещения.

Позднелопийский возраст образований комплекса обосновывается пересечением телами мигматит-гранитов раннелопийской мигматитовой полосчатости, воздействием их на друзиты боярского комплекса и участием их в складчатых движениях конца ребольского цикла. Подтверждается он изотопным возрастом мигматит-гранитов, полученным по району рудника Плотина Rb-Sr методом по циркону, равным  $2710 \pm 50$  млн лет [57] и  $2680 \pm 31$  млн лет [400].

## Позднегимольские плутонические комплексы

К этому времени условно отнесены постскладчатые интрузии.

**Цагинский анортозит-габброанортозитовый плутонический комплекс** ( $v-\eta LP_3c$ ). В состав данного комплекса включены интрузии Кейвской СФЗ (Цагинская, Щучьеозерская, Ельская, Медвежьеозерская). U-Pb возраст цирконов из пород цагинского комплекса (Цагинская и Медвежье-Щучьеозерская интрузии) находится в пределах 2610–2668 млн лет [289, 340].

Наиболее крупная Цагинская интрузия, площадью 170 км<sup>2</sup>, представляет собой сложнопостроенный массив овальной формы, ориентированный в меридиональном направлении, с подошвой в форме желоба [299, 520]. При общем падении бортов к центру отмечается более пологий западный и более крутой восточный контакты. Длина интрузии составляет 23 км, ширина 9 км, суммарная ее мощность по геофизическим данным – 2,5–3 км. Строение интрузии осложнено круто- и пологопадающими тектоническими нарушениями, вдоль которых часто развиты процессы динамометаморфизма и метасоматоза.

Этот массив контактирует с гнейсами архейского возраста, с которыми имеет интрузивные соотношения, а также щелочными гранитами. Последние воздействуют на породы интрузии и проникают в них в виде жил различной мощности и протяженности. В верхней части интрузии встречаются ксенолиты гнейсов, слюдяных и гранат-слюдяных сланцев кейвской серии.

Внутреннее строение интрузии имеет сложный характер. Краевая зона, мощностью 200–300 м, преимущественно сложена габбро и габброноритами, оруденелыми оливинитами, троктолитами, и ильменит-магнетитовыми рудами, образующими шлиры. В строении центральной части преобладают крупно- и гигантозернистые анортозиты, в подчиненном количестве встречаются габбронориты, габбро, оливиниты и шлиры ильменит-магнетитовых руд. Количество шлиров увеличивается при приближении к осевой части. Породы краевой и центральной частей интрузии являются сингенетическими образованиями.

Для верхней части разреза, вскрытой буровыми скважинами, характерным является чередование, иногда ритмичное, пород различного состава, а также габбро-анортозитов и ильменит-магнетитовых руд с общей тенденцией увеличения мощности последних при движении вниз. Элементы первичной расслоенности (ритмичная полосчатость и трахитоидность) меняют свою ориентировку согласно с общей эллипсоидной формой интрузии: их падение направлено под углом 30–40° в приконтактной зоне с постепенным выволаживанием в ядерной части до 10–5°, вплоть до горизонтального положения. Характерным для пород интрузии являются средне-, крупно- и гигантозернистые, габбро-офитовые, офитовые, пойкилитовые и сидеронитовые структуры, массивные, трахитоидные и пятнисто-полосчатые текстуры. Главными минералами являются оливин (48–35% Fa), ортопироксен (гиперстен, 33–54% Fs), клинопироксен (авгит, 18% Fs), плагиоклаз (44–67% An), титаномagnetит (до 10–35%). Отмечаются продукты распада твердого раствора в виде прорастаний клинопироксена в гиперстене и ильменита в магнетите. Среди аксессуарных минералов преобладает апатит, шпинель и ильменит. Рудные минералы, помимо сростаний ильменита и магнетита, представлены сульфидами (пирротин, пентландит, халькопирит, пирит).

Метаморфический парагенезис включает в себя амфиболы (роговая обманка и актинолит, редко антофиллит и куммингтонит), биотит, серпентин, хлорит, железистые слюды, тальк, карбонат, гранат, титанит и скаполит. В ряде случаев на границах оливина с плагиоклазом наблюдаются реакционные коронитовые каймы гиперстена или клинопироксена, или вторичные многослойные каймы, сложенные серпентином, актинолитом, хлоритом и гранатом. Каймы гранат-актинолит-хлорит-биотитового состава образуются вокруг титанового магнетита на границе его с плагиоклазом. Петрохимические особенности пород определяются высоким содержанием глинозема, титана и железа, относительно высокой щелочностью (при отсутствии нормативного нефелина), а также повышенным, в ряде случаев, содержанием фосфора.

**Западнохижьярвинский сиенитовый плутонический комплекс** ( $\xi LP_3zh$ ) представлен одноименным массивом в Карельской ПМЗ. Западно-Хижьярвинский массив расположен в Сегежском районе Карелии, в 15 км к северо-западу от пос. Пертозеро, вблизи от Хижьярвинского гранитоидного плутона. Массив размещен на границе лопийской вулканогенной толщи и выступа олигоклазовых гранито-гнейсов и приурочен к субмеридиональному разлому. Он имеет в плане форму правильного овала, вытянутого в северо-западном направлении на 7 км при максимальной ширине 3 км.

Массив почти целиком сложен сиенитами трех разновидностей. Вдоль юго-западного контакта прослеживается зона крупно- и гигантозернистых трахитоидных мезократовых сиенитов с участками ритмического чередования этих пород с пироксенитами. По направлению к центру массива эти породы сменяются равнозернистыми лейкократовыми сиенитами и затем – кварцсодержащими сиенитами.

Отсутствие гнейсовых фаций пород, автономная конформная внутренняя структура массива, признаки расчлененности указывают на поздние или посткинематический характер интрузии. Последующие эпохи тектогенеза скорее всего не исказили первоначального ее залегания. По морфологии это наклонная линза, относительно полого погружающаяся в северо-восточном направлении.

Эндоконтактовые мезократовые сиениты на 70–80% сложены таблитчатыми мегакристаллами щелочного полевого шпата, который представлен мезо- и антипертитамы с валовым составом, соответствующим анортотклазу [212]. Между выделениями полевого шпата располагаются зерна амфибола с реликтами диопсида вместе с обильными аксессуориями – титанитом, апатитом, магнетитом, ортитом, цирконом, и вторичными минералами – эпидотом, андрадитом, карбонатом, пиритом, мусковитом и биотитом. В лейкократовых сиенитах содержание полевого шпата достигает 88,5% и в количестве до 7% появляется кварц.

В дайковой фации массива отмечены сиенит-порфиры, но преобладают аплитовидные породы, также нередко с порфировой структурой, выраженной присутствием сложнзональных вкрапленников полевого шпата.

Кумулузные ультрамафические породы расчлененных горизонтов представлены призматически-зернистыми клинопироксенитами, в той или иной степени амфиболизированными и содержащими до 15% апатита, титанита, магнетита и сульфидов.

Все разновидности сиенитов относятся к насыщенным кремнеземом породам. Несмотря на высокие содержания щелочей (до 11%  $Na_2O + K_2O$ ) в сиенитах нет щелочных темноцветных минералов, нормативный акмит в анализах также не рассчитывается, и все это не позволяет считать сиениты щелочными породами в строгом смысле слова. В то же время они лишь немного не достигают щелочных составов, о чем свидетельствует очень небольшой процент нормативного анортита и приближающиеся к единице (0,84–0,94) значения коэффициента  $K + Na/Al$ . Из других петрохимических особенностей сиенитов следует отметить устойчивое преобладание натрия над калием и сравнительно невысокое магнезиальное число ( $mg = 0,46–0,36$ ).

Своеобразна геохимия сиенитов, существенно отличающая эти архейские породы от их фанерозойских аналогов. Очень высокие содержания Sr (до 3000 г/т) и пониженные Rb определяют крайне низкое значение величины Rb/Sr отношения. Содержания большинства других литофильных редких элементов, за исключением легких редких земель и Ba, в породах понижены в сравнении со средними оценками для фанерозойских сиенитов. Важной геохимической особенностью описываемых пород является резко фракционированный состав редких земель: при высоких концентрациях легких лантаноидов (до 300 г/т) в них содержится мало тяжелых редких земель, так что отношение  $(Ce/Yb)_n$  достигает 50.

Сиениты Западно-Хижьярвинского массива по текстурно-структурным особенностям, модальному составу и составу главного минерала – щелочного полевого шпата, также геохимически однотипны с породами сяргозерского сиенитового комплекса в Центральной Карелии. Они очень похожи и на сиениты Канадского щита, своеобразие и отличие которых от фанерозойских сиенитов ранее отмечал К. Конди [242]. По своим характеристикам сиениты близки к санукитоидам Центральной Карелии, но отличаются от них низкой магнезиальностью и хромистостью [400]. Возраст циркона из сиенитов, определенный методом ТИЭ, составил 2700 млн лет, что, видимо, близко к истинному возрасту интрузива. Предполагается, что породы массива одновозрастны с породами Панозерского массива, расположенного на смежном листе Р-36, возраст которого определен близким к  $2737 \pm 10$  млн лет [434, 155].

Сиенитовые интрузии Карелии имеют глубинный, мантийный или нижнекоровый источник, что подтверждается изотопным составом неодима в породах [545].

**Кейвский плутонический комплекс щелочных гранитов** ( $E\gamma LP_3kv$ ) образует массивы в пределах Канозерско-Кейвской ПЗ. Крупнейшим массивом комплекса является Западно-Кейвский (площадью 1300 км<sup>2</sup>), строение и состав массива определяются структурно-тектонической позицией и глубиной эрозионного среза [37]. Характерно сочетание кольцевых даек, кольцевых и штокообразных тел, пологозалегающих и пластинообразных межформационных интрузивных залежей в сочетании с дайкообразными подводными каналами. Породы наиболее глубинных фаций сложены, как правило, лепидомелан-феррогастингситовыми гранитами и гранодиоритами, сменяемыми выше по разрезу эгирин-арфведсонитовыми и феррогастингситовыми гранитами с эгирин-авгитом, и наиболее близповерхностные фации представлены эгириновыми или магнетит-эгириновыми гранитами.

U-Pb изохронный возраст Западно-Кейвского массива составляет  $2674 \pm 6$  млн лет [208].

Преобладающей петрографической разновидностью пород являются эгирин-арфведсонитовые граниты (~85% площади), феррогастингсит-лепидомелановые граниты занимают около 10% общей площади массивов, и на остальные породы приходится около 5%. Среди эгирин-арфведсонитовых гранитов преобладают массивные порфирированные и равномернозернистые граниты, чередующиеся с породами, обладающими линейной и плоскостной ориентировкой темноцветных минералов. Наиболее типичными струк-

турами гранитов являются гипидиоморфнозернистая и аллотриоморфнозернистая, реже встречаются порфиробластовая, гранобластовая и катакласическая. Главные породообразующие минералы представлены кварцем, альбитом, микроклином, эгирином, щелочными амфиболами (катафорит, арфведсонит, кроссит, рибекит), энigmatитом, иногда лепидомеланом и астрофиллитом; преобладающие акцессорные – цирконом, сфеном, апатитом, монацитом, флюоритом, ильменитом, магнетитом.

По химическому составу граниты кейвского комплекса относятся к пересыщенным щелочными породам и по величине коэффициента щелочности образуют эволюционный ряд от пород нормальной щелочности к субщелочным и щелочным разновидностям. Характерной особенностью гранитов является их повышенная железистость ( $F = 0,9-1,0$ ) и агапайтность ( $K_{агп} = 0,85-1,0$ ). При уменьшении глубины эрозионного среза, величина которой установлена в 8–12 км [37], происходит увеличение содержания  $K_2O$ ,  $SiO_2$  и уменьшение концентраций  $FeO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $TiO_2$ ,  $MgO$ , что определялось, по-видимому, различной степенью дифференциации исходных расплавов. В гранитах установлено повышенное содержание ряда элементов-примесей: Zr, Sn, Y, Pb, La, Ce, Ga, Zn, Mo и др., часть из которых накапливается в минералах-концентраторах этих элементов (циркон, монацит, фергусонит, эвксенит и др.). Они образуют редкоземельно-редкометалльные рудопоявления, связанные с щелочными гранитами.

**Канозерский щелочных гранитов плутонический комплекс (ЕγLP<sub>3</sub>ко)** расположен в Канозерско-Кейвской ПЗ, образован лепидомелан-феррогастингситовыми, иногда с эгирин-авгитом, гранитами. Вмещающие породы представлены биотитовыми гнейсами, породами тоналит-трондьемитового ряда, габбро-норитами и габбро-перидотитами. Общая площадь комплекса около 170 км<sup>2</sup>, из них 150 км<sup>2</sup> приходится на главный Канозерский массив, представляющий собой дайкообразное тело длиной 30 км при ширине 4–7 км, приуроченное к глубинному разлому северо-западного простирания [37]. Расположение сопровождающих массив интрузий меньшего размера контролируется системой трещин, сопряженных с главным разломом. Возраст гранитов, определенный U-Pb методом по цирконам, составляет 2510 млн лет [37] и  $2667 \pm 36$  млн лет [549].

Граниты Канозерского массива обладают хорошо выраженной линейной ориентировкой цветных минералов, тогда как дайки и жилы сложены тонколистватыми щелочными гнейсами, образованными в процессе заполнения трещин вязкой, частично закристаллизованной магмой. Преобладающие структуры гранитов – гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая, порфиرويدная, местами – гранобластовая, гранулитовая и катакласическая. Плагноклаз представлен альбит-олигоклазом и олигоклазом, темноцветные минералы – феррогастингсит и лепидомелан, реже встречаются эгирин-авгит, салит-авгит и авгит. Акцессорные минералы: сфен, циркон, ортит, апатит, флюорит, пирит, магнетит; в небольшом количестве отмечены эпидот, чевкинит, монацит, астрофиллит, гранат, рутил.

По химическому составу граниты комплекса относятся к пересыщенным щелочами породам ( $K_2O+Na_2O > 8\%$ ) с повышенными значениями коэффициентов агапайтности и железистости (соответственно 0,80–0,92 и

0,84–0,93) и на диаграмме В. А. Кутюлина [270] попадают в поле составов производных дифференциации базальтовых магм. Глубина становления Канозерского массива оценивается в 12–15 км [37].

**Группа комплексов интрузивных гранитов ( $\gamma$ LP<sub>3</sub>).** Группа представлена несколькими массивами и многочисленными мелкими, внесмасштабными интрузиями и жилами, которые повсеместно распространены на всей карельской части листа южнее пояса беломорид, но часто приурочены к зонам разломов (Пяозерско-Тулосская ПМЗ и Гимольская СФЗ). Петротипическим для группы на территории листа является Восточно-Хижъярвинский массив, расположенный на восточном берегу оз. Хижъярви, в 10 км к западу от пос. Пертозеро. Массив имеет в плане форму неправильного овала, вытянутого в северо-западном направлении, при размерах 11 × 4 км. Залегает среди амфиболовых сланцев парандовской серии и оказывает на них контактово-термальное и метасоматическое воздействие, устанавливаемое в ксенолитах. Массив рассечен многочисленными жилами аплитов и мелкоблоковых пегматитов простого строения мощностью до 2 м.

Породы массива сильно катаклазированы, обнаруживают преимущественно порфиорокластические, цементные и бластомилонитовые структуры. И только в наименее деформированных образцах устанавливается первичное порфировидное сложение пород с гранитной структурой основной массы.

Средний состав пород соответствует адамеллиту (монцограниту) с примерно равными содержаниями калиевого полевого шпата и плагиоклаза. Содержание кварца составляет в среднем около 20 %, биотита – 8 %. Калиевый полевой шпат вкрапленников представлен микроклин-микропертитом с 20–25 % свободной альбитовой фазы, плагиоклаз с альбитом и олигоклазом (An<sub>5–20</sub>), но сосюритовая вкрапленность указывает на более основной первичный состав минерала. Железистость биотита, по данным Ж. Д. Никольской и Л. И. Гордиенко [352], равна 0,62. В породах Хижъярвинского массива много вторичных минералов эпидота (до 10 %), мусковита, хлорита, альбита, карбоната, пирита. Среди аксессуариев содержатся в повышенных количествах титанит, циркон и апатит, установлены магнетит, ильменит, гранат, флюорит, ортит, а также, по данным М. А. Сухарева и др. [647], касситерит и пирохлор.

Гранитоиды других массивов – Валпаярвинского, Лахноозерского, Ниемиярвинского, Каменского, Кетанойского, района оз. Куйто – имеют приблизительно такой же модальный состав, но они гораздо беднее аксессуориями. Мелкие пластовые, пластово-секущие, штокообразные интрузии комплекса имеют очень небольшие размеры, в единичных случаях (Медвежьегорский массив) до нескольких квадратных километров и на карте не показаны.

По петрохимической систематике А. Н. Заварицкого гранитоиды этой группы комплексов относятся к породам нормального ряда, умеренно богатыми щелочами и характеризуются повышенной железистостью ( $F = 0,63–0,77$ ). Для большинства пород типично преобладание калия над натрием, но в альбитизированных лейкогранитах часто наблюдаются обратные

соотношения. Эти же породы, отличающиеся повышенным содержанием мусковита, характеризуются обычно пересыщенностью глиноземом.

Породы Хижъярвинского массива отличаются высокими, на уровне двух-трех кларков, концентрациями Ка, Cs, Rb, Sr, Hf, Th, U, а также F, Be, Sn и Mo. Концентрации большинства редких элементов в гранитоидах других массивов комплекса близки к кларкам для малокальциевых гранитов по Турекьяну и Ведеполу.

Глубоко дифференцированные лейкократовые производные характеризуются резко пониженными концентрациями Zr, Ba, Sr, Y, широкими колебаниями концентраций Rb, при низких значениях K/Rb и высоких – Rb/Sr отношений, и нередко – высокими содержаниями Nb, Mo, Sn, Be. Только по этим признакам их можно отличить от сходных по морфологии и минеральному составу пегматоидных и аплитовых жильных тел мигматит-гранитового комплекса.

Pb-Pb возраст цирконов из гранитоидов Хижъярвинского массива, определенный методом термоионной эмиссии, составляет  $2680 \pm 20$  млн лет [212]. Возраст гранитов в Карельской ПМЗ укладывается в интервал значений 2680–2710 млн лет, в Беломорской ПМЗ –  $2674 \pm 4$  млн лет, в Южно-Кольской, Центрально-Кольской и Кейвской ПМЗ они близки к  $2634 \pm 12$  млн лет [400, 434]. Рассматриваемый комплекс гранитоидов относится к внутрикоровым образованиям [492].

## РАННИЙ ПРОТЕРОЗОЙ

### РАННИЙ КАРЕЛИЙ

## Сумийское время

### Раннесумийские плутонические комплексы

**Панско-мончегорский перидотит-пироксенит-габброноритовый плутонический комплекс** ( $\sigma v-vKR\{pm\}$ ) объединяет такие крупные расслоенные интрузии как Мончегорская, Панских и Федоровых тундр. Породы комплекса расположены на западном ограничении Имандра-Варзугской СФЗ и в её северном борту юго-восточнее оз. Ловозеро. Их формирование связано с началом заложения рифтогенных систем [297, 442]. Интрузии комплекса имеют общие черты строения и состава пород, обусловленные сходными условиями кристаллизации по типу закрытых систем. Большинство интрузий первоначально имело лополитообразную форму с контактовой поверхностью, несогласной по отношению к структурам вмещающих пород, и автономным внутренним строением, нарушенным в результате тектонических дислокаций. В каждой из них выделяются краевая и центральная расслоенная зоны, а также горизонты с ритмичной расслоенностью. В то же время интрузии обладают индивидуальными разрезами, различной степенью дифференциации пород и разным набором промышленно значимых рудных концентраций хрома, никеля и элементов платиновой группы в зависимости от характера внедрения расплава, режима флюидов и степени взаимодействия с вмещающими породами.

Наиболее крупной и полнодифференцированной интрузией является Мончеплутон площадью около 65 км<sup>2</sup>, сложенный рядом пород от дунитов до лейкогаббро и анортозитов и содержащий месторождения и рудопоявления хромитовых, **Cu-Ni сульфидных и малосульфидных платинометаллических** руд [180, 238, 315, 372].

В сводном разрезе Мончеплутона выделяются следующие зоны: базальная (или придонная), перидотитовая, перидотит-ортопироксенитовая, ортопироксенитовая, норитовая, норит-габброноритовая и габбронорит-анортозитовая. Закономерная смена состава пород от ультраосновных к основным в вертикальном разрезе в ряде случаев нарушается наличием рудного перидотитового горизонта среди бронзититов (пласт 330) на горе Сопча и критического(?) горизонта на горе Нюд, формирование которых обусловлено характером внедрения генетически родственных расплавов.

Породы Мончеплутона пересекаются многочисленными дайками и жилами основных пегматитов, диоритов, долеритов и лампрофиров, а также рудными жильными телами (район НКТ и горы Сопча), часто переходящими по простиранию в пегматиты основного остова. Мончеплутон пересечен серией сбросо-сдвигов, разбивающих его на блоки, смещенные относительно друг друга на значительные амплитуды.

Возраст пород интрузии 2504–2493 млн лет [525, 529], возраст пород нижней ультрамафит-мафитовой части массива 2505±6 и 2501±8 млн лет, средней зоны трахитоидных габбро – 2471±9 и 2476±17 млн лет [43].

Расположенная восточнее интрузия Панских и Федоровых тундр прорывает на северном фланге породы гранито-гнейсового фундамента, оказывая на них термальное воздействие, и имеет тектонический контакт с метавулканитами стрельнинской серии Имандра-Варзугской СФЗ. Интрузия протягивается на расстояние 80 км при максимальной ширине в его центральной части до 7,5 км и падении в южных румбах под породы Имандра-Варзугской СФЗ [217, 238, 315, 370]. Крупная зона долгоживущих субмеридиональных разломов разделяет его на два крупных массива: Федоровых и Панских тундр, протяженностью соответственно 13 и 67 км и площадью 25 и 270 км<sup>2</sup>. Мощность их по геофизическим данным составляет 3–3,5 и 4–4,5 км. Помимо этого, массив Панских тундр разделен поперечным разломом на два блока – Западный и Восточный. Вопрос о существовании единого или нескольких самостоятельных интрузивов и корреляция их разрезов является предметом дискуссий. По данным геофизических работ массив Федоровых тундр имеет юго-восточное склонение и на глубине, по-видимому, соединяется с массивом Панских тундр.

В обобщенных разрезах интрузии устанавливаются нижняя краевая зона такситовых габброноритов с пегматитами и ксенолитами вмещающих пород и ряд мегаритмов. В подошве мегаритмов залегают оливиновые (плагиоперидотиты), оливинсодержащие (пироксениты, оливиновые габброиды) или магнетитсодержащие (габбро) породы, которые перекрыты преобладающими мезо- и лейкократовыми норитами, габброноритами, габбро и кварцсодержащими габбро. В ряде случаев наблюдается тонкое ритмичное чередование пород основного состава. В разрезе массива Федоровых тундр выделяются разными авторами от двух до трех мегаритмов, а в Западно-

Панском блоке – от трех до пяти мегаритмов. В последнем установлены тонкорасслоенные платиносодержащие горизонты или рифы, сложенные норитами, габброноритами и анортозитами [370, 372]. В кровле верхнего горизонта находятся оливинсодержащий габбронорит и троктолит. В пределах Ластьяврского массива, расположенного между массивами Федоровых и Панских тундр, помимо габброидов, в нижней части находятся интенсивно брекчированные оливиниты, гарцбургиты, плагиобронзититы и сульфидные руды гнездового и жильного типов.

U-Pb возраст циркона из габброноритов определяется в  $2491 \pm 5$  млн лет [372, 529]. Для Федоровой тундры получен возраст цирконов (U-Pb метод) безрудных габбро  $2516 \pm 17$ ,  $2526 \pm 6$ , платиноносных габбро  $2515 \pm 12$ ,  $2518 \pm 9$  [355], близкие значения возраста получены и Sm-Nd методом по безрудным габбро [425]. Для Западно-Панского блока (габбро главной фазы) значения возраста от  $2485 \pm 9$  до  $2497 \pm 3$  (U-Pb метод),  $2485 \pm 54$  (Sm-Nd метод) [355, 425], для анортозитов Малой Паны датировка отвечает  $2447 \pm 12$  [42].

В петрохимическом отношении породы панско-мончегорского комплекса близки и относятся к нормальному известково-щелочному типу преимущественно недосыщенных или слабонасыщенных кремнеземом. Характерным для них является низкое содержание титана (0,1–0,4 мас. %) и щелочей при резком преобладании натрия над калием, а также повышенное (для пород Мончеплутона) содержание хрома.

**Колвицкий ( $v\eta KR^1_{kl}$ ) и Главного хребта ( $v\eta KR^1_{gh}$ ) габбро-анортозитовые плутонические комплексы** располагаются соответственно в пределах Колвицкой СФЗ и в западной части Имандра-Варзугской СФЗ. Они относятся к единой габбро-анортозит-диоритовой формации раннепротерозойского возраста или формации автономных анортозитов.

В состав комплекса входят два наиболее крупных массива – Колвицкий и Кандалакшский и ряд более мелких тел, состав, строение и последовательность формирования которых неоднократно пересматривались [73, 299, 300, 391, 498, 520, 527].

Колвицкий массив занимает крайнюю юго-восточную часть Колвицкой зоны. Часть массива уходит под воды Кандалакшского залива, а часть перекрыта моренными отложениями. В современном эрозионном срезе он представляет собой пластовое тело мощностью 1,5–2,0 км, вытянутое на 60 км в северо-западном направлении при падении на северо-восток под углом 30–50°. В северо-западной части он образует флексуорообразную складку. Северо-восточная часть массива подверглась совместно с вмещающими его гнейсами и амфиболитами интенсивному рассланцеванию в условиях гранулитовой фации с потерей первичных структурно-текстурных особенностей, а юго-западная – в условиях амфиболитовой фации при постепенной смене одних минеральных парагенезисов другими.

Кандалакшский массив, расположенный на крайнем северо-западе Колвицкой зоны, представляет собой пластинообразное тело субширотного простирания длиной 25 км при максимальной ширине 12 км. Массив деформирован в синклинальную складку, большая часть его контактов тектонизирована, иногда с сохранением реликтов рассланцованных эруптивных

брекчий. Подстилающими породами являются гнейсы и амфиболиты, а перекрывающими – гранат-клинопироксен-плагиоклазовые породы, наблюдающиеся в виде гигантского отторженца в кровле массива в его центральной части.

Оба массива были интенсивно метаморфизованы с образованием гранат-клинопироксеновых кристаллосланцев. Первоначальный набор пород, наиболее полно представленный в Колвицком массиве, включает в себя средне- и крупнозернистые габбро-анортозиты и анортозиты, габбро-нориты, нориты, монцониты, диориты и кварцевые диориты, которые, переслаиваясь, образуют ритмически построенные зоны с преобладанием мезо-лейкократовых или лейкократовых пород.

Положение анортозитов является дискуссионным: одни исследователи относят их к членам расслоенных серий [498, 520], тогда как другие – к более поздней фазе по отношению к габброноритам [35, 527]. В реконструированных общих разрезах снизу вверх выделяются нижняя эндоконтактовая зона габбро-анортозитов, зона мономинеральных анортозитов с прослоями габбро-анортозитов, зона переслаивания габбро-анортозитов и норитов с прослоями троктолитов и пироксенитов и жилами пегматитов, зона монцонитов и диоритов.

Синхронно с расслоенностью закономерно меняется состав породообразующих минералов, представленных ортопироксеном (бронзит, 20–35% Fs), инвертированным пижонитом, клинопироксеном (диопсид) и плагиоклазом (65–30% An). В небольших количествах присутствует коричневая роговая обманка, биотит, апатит, ильменит, магнетит и сульфиды. Метаморфические ассоциации включают в себя как высокотемпературный парагенезис (магнезиальный гранат, гиперстен), так и более низкотемпературный парагенезис железистого граната и клинопироксена. Помимо них встречается роговая обманка, актинолит, биотит, хлорит, эпидот и кварц, возникшие на разных стадиях динамометаморфизма.

Характерной особенностью пород массива, а также секущих его даек является наличие гранатсодержащих коронарных (или друзитовых) структур, генезис которых является предметом дискуссий (позднемагматический или метаморфический). На основе их изучения установлено, что остывание массивов происходило при повышении давления от 8,5 до 11 кбар, а затем при снижении до 7 кбар [6].

U-Pb возраст их формирования находится в пределах 2450–2462 млн лет [338, 479, 546].

Крупнейшая на Кольском полуострове базитовая интрузия Главного хребта объединяет крупные массивы Чуна-Монча-Волчьих тундр, которые протягиваются в субмеридиональном направлении в центральной части Кольского полуострова на 80 км при ширине от 1–2 до 15–20 км и занимают общую площадь около 440 км<sup>2</sup>. Они приурочены к глубинному разлому, разделяющему Беломорский и Центрально-Кольский блоки [299, 300, 497, 498, 520]. Массивы находятся во вторичном залегании, будучи ограниченными глубинными разломами, и только в отдельных частях сохраняются первичные контакты с вмещающими гиперстенновыми диоритами.

По современным геофизическим данным и результатам измерений первичных элементов течения и расслоенности интрузия первоначально представляла собой дифференцированное лополитообразное тело чашеобразное на юге и дайкообразное на севере, внутреннее строение которой нарушено поперечными субвертикальными разломами преимущественно сбросо-сдвигового характера и пологими надвигами с падением в южных румбах. В эндоконтактовых зонах преобладают крутые падения, в центральных частях – более пологие до субгоризонтального.

На основании **U-Pb анализа циркона и бадделеита** [546, 42] установлено более позднее время формирования интрузии Главного хребта (2467–2453 млн лет) по отношению к Мончегорскому плутону. От последнего она отделена мощной зоной бластокатаклазитов и бластомилонитов с гранатамфиболовым парагенезисом.

В реконструированном общем вертикальном разрезе интрузии Главного хребта выделяются три зоны, состав которых снизу вверх меняется от преобладания габброноритов до мономинеральных анортозитов [299, 300, 497].

Нижняя габброноритовая зона мощностью более 500–600 м сложена на флангах интрузии габброноритами, а в центральной ее части – ритмически чередующимися среднезернистыми габброноритами, оливиновыми габброноритами, плагиоперидотитами и пироксенитами при преобладании первых. Ультрасосновые породы образуют маломощные слои, габбронориты представляют собой плагиоклаз-бронзит-авгитовый кумулат.

В средней габбронорит-анортозитовой зоне, мощностью от 0,3 до 2,5 км, преобладают трахитоидные габбронорит-анортозиты и анортозиты, реже встречаются троктолиты, образующие невыдержанный горизонт в основании зоны. Для основных пород, представляющих собой плагиоклазовый кумулат, характерен идиоморфный плагиоклаз (60–70% An), инвертированный пижонит и авгит.

Верхняя зона крупнозернистых габбро-анортозитов мощностью не менее 2,5–3 км сложена преимущественно массивными и такситовыми породами с более кислым плагиоклазом (58–68% An) и более железистыми пироксенами (33–42% Fs в ортопироксене) и оливином (34–40% Fa), реже троктолитом, залегающим в основании зоны. Особенностью интрузии является наличие коронарных структур на границе оливина и плагиоклаза и четко проявленная скрытая расслоенность. Так, снизу вверх по разрезу в составе оливина и ортопироксена соответственно увеличивается содержание фаялита (от 22 до 40%) и ферросилита (от 15 до 42%) при уменьшении содержания анортита в плагиоклазе (от 74 до 58%).

По всему разрезу интрузии, особенно в средней и верхней ее зонах, широко развиты тела гнездовой и линзовидной формы пегматитов основного состава.

В центральной части интрузии породы подверглись изменению в условиях фации зеленых сланцев (сосюритизация плагиоклаза и замещение актинолитом и антофиллитом пироксенов), а зоне дислокаций – в условиях амфиболитовой (на западном контакте с Беломорским блоком) или эпидот-амфиболитовой фации (на восточном и южном контактах с вмещающими

гнейсами и амфиболитами) с образованием в первом случае парагенезиса альмандинового граната, роговой обманки и плагиоклаза (40–50% An), а во втором – роговой обманки, клиноцоизита, плагиоклаза (30–40% An) и кварца.

Ультраосновные породы интрузии Главного хребта отличает, помимо высокого содержания магния, низкое содержание хрома (0,3 мас. %) и титана (0,1 мас. %). Общими для основных пород рассмотренных комплексов являются повышенные и высокие содержания глинозема (16–30 мас. %), низкие – титана (0,1–0,5 мас. %) и резкое преобладание натрия над калием при вариации их суммы от 2 до 5 мас. %. По содержанию титана они четко отличаются от более древних габбро-анортозитов цагинского комплекса.

**Олангский перидотит-пироксенит-габброноритовый плутонический комплекс** ( $v\sigma KR\{o\}$ ) расслоенных интрузий включает массивы Кивакка, Луккулайсваара, Ципринга, Ньюдомолакша и Немитооя. Массив Ньюдомолакша рассматривается как тектонический отторженец массива Ципринга [78, 420]. Массивы располагаются в Северной Карелии в Пяозерской ПЗ.

Петротипическими образованиями комплекса являются три первых массива, каждый из которых в настоящее время является крупным тектоническим блоком и характеризуется индивидуальными чертами внутреннего строения. Строение их полностью отвечает классическому представлению о расслоенных интрузивах и детально рассмотрено в ряде работ [36, 273, 420]. В каждом из этих интрузивов выделяется несколько зон, выполненных дифференциатами, отличающимися составом кумулятивных фаз.

По набору пород и доминирующему развитию петрографических разновидностей массивы существенно различны. Наиболее меланократовым (и магнезиальным) из них является Кивакка, в котором преобладают варьирующие по структурным особенностям габбронориты при наиболее значительной по сравнению с другими телами роли перидотитов. В интрузиве Луккулайсваара перидотитов значительно меньше, а наиболее поздние дифференциаты – лейкогаббронориты. В массиве Ципринга меланократовая часть разреза представлена габброноритами, а в верхней части разреза преобладают варьирующие по меланократовости троктолиты. Таким образом, петрографический ряд пород комплекса ограничивается рамками плагиоклазовый гарцбургит–лейкогаббронорит. Среди последних отмечаются разновидности, близкие к пироксеновым анортозитам.

Процесс кристаллизационной дифференциации иногда осложнялся влиянием дополнительных факторов. Так, предполагается [36] поступление дополнительных порций расплава в магматическую камеру массива Луккулайсваара, который сформировал силл лейкогабброноритов.

Исходный расплав массивов Кивакка и Луккулайсваара [36, 273] отвечал высокомагнезиальному толеитовому базальту, который по обогащенности Mg, Si, Cr и Ni имеет некоторое сходство с бонинитами. В отличие от названных массивов средневзвешенный состав массива Ципринга [420] близок к высокоглиноземистому базальту (MgO – 8,17%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 17,93%), а в разрезе его заметную роль играют железистые дифференциаты ( $f_a > 0,5$ ). Видимо, эти различия связаны с отклонениями в докамерной эволюции расплавов или снижением температуры в магматическом очаге. Магмы,

подобные исходным расплавам комплекса (содержание MgO – 14–17%), имеют мантийное происхождение и связаны с значительной степенью плавления субстрата при  $T + 1300\text{--}1400\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 15\text{--}20$  кбар [299].

Несколько повышенное содержание в них  $\text{SiO}_2$  может быть связано с плавлением мантийного вещества в присутствии воды или, что более вероятно – следствием контаминации отделившегося расплава коровым веществом. Массивы формировались в жесткой консолидированной раме в относительно спокойной тектонической обстановке. Породы их кристаллизовались в низкобарической части поля плагиоклазовых перидотитов [296]. По оценке Е. В. Коптева-Дворникова, массив Кивакка формировался при  $P = 4$  кбар, а по оценке Ципринга – 2,8 кбар.

Крутые залегания магматической полосчатости (расслоенности) в массивах и нарушенность их контактов свидетельствуют о том, что они испытали существенные перемещения под влиянием поздних тектонических процессов. Данные по массиву Луккулайсваара убедительно показывают, что тектонический блок, кроме его пород, включал и перекрывающие массив конгломераты и покровы андезибазальтов. Таким образом, движения реализовались в постсариилийское время.

С массивами Кивакка и Луккулайсваара связаны небольшие непромышленного характера Cu-Ni рудопроявления и рудопроявления платиноидов (массив Луккулайсваара). Наряду с олангским комплексом в северной части Карельского кратона имеют довольно широкое развитие дайки габброноритов, близкие по петрографии, петрохимии и геологическому возрасту к расслоенным массивам. Геологический возраст этих даек установлен как более молодой по отношению к калиевым гранитам Нуоруненского массива.

Верхняя возрастная граница комплекса устанавливается достаточно четко. На эродированной поверхности северного (верхнего) контакта массива Луккулайсваара залегают полимиктовые конгломераты и перекрывающие их покровы метаандезибазальтов. По характеру супракрустальных пород этот разрез вполне сопоставим с петротипическими образованиями сариилийского надгоризонта [486]. Кроме того, М. М. Лавровым в массиве Кивакка отмечены дайки кварцевых порфиров. Последними изотопными исследованиям [420] определены следующие U-Pb (по цирконам) возраста массивов: Кивакка –  $2444 \pm 1$ , Луккулайсваара –  $2442 \pm 1,9$  и Ципринга –  $2441,3 \pm 1,7$  млн лет. Изотопный возраст для габброноритов (U-Pb по цирконам и бадделеиту) равен  $2446 \pm 5$  млн лет [558].

**Имандровский перидотит-пироксенит-габброноритовый плутонический комплекс** ( $\sigma\text{v-vKR}_{1i}$ ) представлен относительно маломощными, часто будинированными массивами, широко развитыми на западном фланге Имандра-Варзугской СФЗ, в зоне ее контакта с архейским фундаментом (Мончегорский и Апатитский районы). Наиболее крупными из них являются массивы гора Девичья тундра, Мончеполуостров, гора Сеяваренч, Кислая Губа, Прихибинья, гора Большая Варака, Умбареченский, часть из которых залегает в породах архейского комплекса, а часть – в зоне контакта разновозрастных пород карельского комплекса. В северных массивах контакты и первичная расслоенность имеют южное падение под углом

до 50–90°, а в южных массивах – северное, пологое 0–30°. Эти особенности, а также сходное их внутреннее строение и близость состава пород позволили объединить все массивы в единый интрузив, общей площадью 1500 км<sup>2</sup>, первоначально имевший, по-видимому, лополитообразную форму [217, 299]. Время внедрения интрузива и его кристаллизации по данным U-Pb и Sm-Nd анализа оценивается в 2446–2437 млн лет [126, 371, 529].

Массивы комплекса сложены дифференцированной серией от плагиобронзититов до анортозитов и габбро-диоритов при резком преобладании габброноритов (72%) и подчиненной ролью плагиобронзититов, норитов и хромититов (5%) в нижней, лейкогаббро-анортозитов (10%) и феррогаббро (13%) в верхней части общего разреза. В кровле ряда массивов залегают гранофиры диоритового состава, являющиеся результатом подплавления перекрывающих кислых вулканитов сейдореченской свиты [126].

В обобщенном разрезе лополита снизу вверх выделяются: 1) нижняя краевая зона такситовых микрогаббро мощностью от 5–7 до 90 м со шширами пегматоидных пород; 2) **нижняя расслоенная зона переслаивания плагиоклазовых бронзититов, норитов, габброноритов и хромититов** общей мощностью 100–150 м; 3) **габброноритовая зона с прослоями оливинсодержащих пород** общей мощностью до 2000 м; 4) верхняя расслоенная зона габброноритов, мезо- и лейкократовых габбро и анортозитов мощностью 300 м; 5) **прикровельная зона кварцевых габбро и габбро-диоритов** мощностью от 150 до 500 м, содержащей пласт титаномагнетитовых руд [299, 371]. В пределах нижней расслоенной зоны залегают до четырех пластов хромититов мощностью от 0,1 до 1,7 м, сложенных густокрапленными рудами, содержание Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> варьирует от 10 до 25 мас.%. Помимо их, установлен жильный тип в габброноритах Умбареченского массива с содержанием 26–30% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Снизу вверх по разрезу лополита установлено закономерное изменение состава порообразующих, аксессуарных и рудно-окисных минералов. Содержание ферросилита в ортопироксенах увеличивается от 21–25% в плагиобронзититах и норитах до 33–40% в габброноритах, в клинопироксенах – от 8–11% в нижней зоне до 15–21% в верхней. Основность плагиоклаза уменьшается вверх по разрезу от лабрадора до андезина и олигоклаза. Состав окисных минералов в этом же направлении изменяется от феррихромита до титаномагнетита. Характерным для габброидов является присутствие кварца.

Породы комплекса подверглись метаморфическим преобразованиям в условиях зеленосланцевой фаций, **степень изменения увеличивается с глубиной**, а также в зонах тектонических нарушений.

По петрохимическим данным породы относятся к нормальному щелочноземельному типу натриевого ряда, пересыщенных кремнеземом. Последнее подтверждается постоянным нахождением кварца даже в меланократовых норитах. Установлено закономерное увеличение коэффициента железистости от 22–28% в норитах и габброноритах до 35–50% в габбро. Для пород из нижних частей разреза характерным является повышенное содержание хрома (0,3–0,5 мас.%), а для пород из верхних частей разреза – повышенное титана (более 2,3 мас.%) и ванадия.

**Вичанский плутонический чарнокит-гранодиорит-гранитовый комплекс** ( $\delta$ - $\gamma$ KR<sub>1</sub>v). Гранитоидами вичанского комплекса сложен ряд небольших массивов (Нарвозерский, Северный и Восточный Вичанские и др.) в северо-восточном и восточном обрамлении Пяозерского ареала (Вичанская ПЗ) в непосредственной близости от зоны глубинного разлома, разделяющего беломориды и карелиды [502].

Массивы сложены средне-крупнозернистыми гиперстеновыми гранитоидами с массивной текстурой и порфиroidными включениями кварца. Эндоконтактовые части массивов образованы катаклазированными гранитоидами и сланцеватыми ортогнейсами. Вмещающие породы представлены гнейсами, амфиболитами и мигматитами различных морфологических типов архея. Контактный метаморфизм происходил в условиях фации пироксеновых роговиков и был выражен образованием во вмещающих породах салита, гастингсита и высокожелезистого биотита.

В пределах Нарвозерского и Восточно-Вичанского массивов наблюдаются зоны эруптивной брекчии с размером обломков от 0,1–2,0 до 30–50 м в поперечнике. Среди ксенолитов выделяются плутонические породы основного и ультраосновного состава (пироксениты, габбро, габбронориты), шпинельсодержащие и эклогитоподобные метаморфические породы, эффузивы основного и кислого состава (диопсидовые порфириды и кварцевые порфиры), а также породы рамы массивов (гнейсы, амфиболиты, мигматиты и друзиты). Среди жильных производных гиперстеновых гранитоидов отмечены редкие прожилки аплита, кварца и пегматита.

Изотопный возраст цирконов из гиперстеновых гранитоидов составляет 2450–2425 млн лет [61],  $2445 \pm 17$  и  $2418 \pm 23$  (U-Pb, SHRIMP) млн лет [247].

По петрографическим особенностям среди пород массивов выделяются гиперстеновые граниты, гранодиориты и редко плагиограниты. Преобладающие структуры – гипидиоморфнозернистая, реже микрографическая и монзонитовая. Главные породообразующие минералы представлены плагиоклазом (андезин, олигоклаз–андезин, альбит), калиевым полевым шпатом, кварцем, ромбическим и моноклинным пироксенами, амфиболом, биотитом и гранатом. Акцессорные минералы–циркон, апатит, сфен, флюорит, торит, магнетит, ильменит.

Химический состав гиперстеновых гранитоидов характеризуется высоким содержанием окисного и закисного железа, повышенной концентрацией титана, пониженным содержанием глинозема и всегда примерно равными содержаниями кальция, натрия и калия [502]. По классификации А. Н. Заварицкого гиперстеновые гранитоиды относятся к породам нормального ряда, богатыми и умеренно богатыми щелочами, и характеризуются высокой общей железистостью ( $F = 0,72–0,82$ ), незначительным преобладанием натрия над калием и повышенными значениями отношения FeO : MgO (2,0–4,0). Из элементов-примесей гиперстеновые гранитоиды вичанского комплекса содержат повышенные концентрации Ba, V, Ti, Ga, Y, Zr, и пониженные – Be, Sr, Mn и Cu.

Консолидация интрузивных тел чарнокитоидов происходила, по-видимому, на глубинах не более 3–5 км, о чем свидетельствует наличие в

них ксенолитов эффузивов, а также гранитоидные структуры и массивные текстуры пород и наличие пироксен-роговиковых образований в эндоконтактах массивов.

**Койгерский монцодиорит-гранитовый плутонический комплекс** ( $\gamma KR_1^k$ ) включает массивы северо-западной, западной и восточной частей Пяозерского ареала (Пяозерская ПЗ), крупнейшими из которых являются Нуоруненский, Корманкский, Никольский и др. Массивы расположены в обрамлении Панаярвинско-Кукаозерского субширотного пояса карелид и сложены породами двух фаз.

Гранитоиды ранней фазы образуют, как правило, обособленные массивы (Никольский, Умбикандский) и представлены монцодиоритами, кварцевыми монцодиоритами и кварцевыми монцонитами, содержащими автолитовые включения магнетитовых габбро и пересекаемые жильными телами кварцевых сиенитов, граносиенитов, лейкогранитов и пегматитов. Гранитами и лейкогранитами второй (главной) фазы образована преобладающая часть массивов комплекса (Нуоруненский, Корманкский и др.). Рассматриваемые массивы имеют однородное внутреннее строение с мелкозернистыми или гнейсовидными фациями гранитного или граносиенитового состава в эндоконтактных частях тел. Жильные производные представлены многочисленными дайками аплитов, пегматитов, кварцевых порфиритов и двупироксеновых габброидов [132].

Монцодиориты, кварцевые монцодиориты и кварцевые монцониты являются мелкозернистыми массивными, местами порфировидными породами, состоящими из кварца, плагиоклаза, калиевого полевого шпата, биотита, амфибола, и клинопироксена. Акцессорные минералы – апатит, флюорит, циркон, сфен, ильменит и пирит. В жильных порфировидных биотит-амфиболовых кварцевых сиенитах количество порфировидных вкрапленников плагиоклаза и калиевого полевого шпата достигает 30%, часть зерен имеет маргинационные оторочки и ритмично-зональное строение. Граниты и лейкограниты главной фазы характеризуются наличием гипидиоморфнозернистых структур, преобладанием калиевого полевого шпата над плагиоклазом, присутствием биотита в качестве темноцветного минерала и увеличением содержания флюорита, гематита и рутила в составе акцессорных минералов.

Главные петрографические типы пород койгерского комплекса по химическому составу образуют непрерывный ряд с изменением кремнекислотности от 57 до 75% при относительно мало изменяющемся повышенном содержании щелочей – от 6,5 до 8,5% [105]. Сопоставление химического состава пород комплекса с типовыми габбро-гранитными сериями позволяет отнести рассматриваемый комплекс интрузивных пород к типу неконтрастных завершенных калиево-натриевых серий повышенной щелочности, характерных для плутонических вариантов латитовых магматических серий. Возраст массива Корманка (**U-Pb изохронный по цирконам**) оценивается близким к  $2449,3 \pm 3,7$  млн лет [280].

**Подужемский граносиенит-гранитовый плутонический комплекс** ( $\gamma \xi - \gamma KR_1^p d$ ). Массивы комплекса размещены вблизи границы Шуезерско-Парандовской СФЗ и Беломорской ПМЗ, частично в породах Тикшеозерского

и Пибозерского ЗКП. Размещение их на площади контролируется зонами разломов. Наиболее полно изучены в составе описываемого комплекса массивы Подужемской группы. Авнереченский, Западно-Подужемский, Северо-Подужемский и Олонгский массивы являются крутопадающими, линзовидными или пластинообразными, дисгармоничными телами протяженностью до 30 км, при ширине 3–8 км, вытянутыми в северо-восточном направлении, и приурочены к разломам Кемской тектонической зоны глубинного заложения.

Указанные массивы имеют преимущественно резкие контакты с вмещающими гнейсами и амфиболитами, изометричные очертания в плане. Они конкордантны и тяготеют к ядерным частям крупных брахиантиклинальных складок в гнейсовой раме. Внутренний конформный петроструктурный рисунок этих массивов соответствует куполовидной форме интрузий, экзоконтактовые зоны которых характеризуются широкими ореолами послонных инъекционных мигматитов и проявлениями калишпатизации. Крупнейшим в составе комплекса является Топозерский массив [256], площадь которого оценивается от 3500 до 6000 км<sup>2</sup>. Он располагается вдоль восточного, южного и западного берега оз. Топозеро и на его островах, преимущественно в пределах Пяозерского ареала.

К югу от него, восточнее оз. Поньгома и вдоль южного берега оз. Нижнее Кумозеро находится также довольно крупный Шуолиозерский массив и ряд мелких сателлитов. Топозерский и Шуолиозерский массивы вытянуты в северо-западном направлении, прорывают и мигматизируют нижнелопийские метавулканиды и метаосадки тикшеозерской серии и все более ранние архейские метаморфические и интрузивные образования.

Преобладающими в составе комплекса являются граниты биотит-амфиболовые и биотитовые от средне- до крупнозернистых мезократовые серовато-розовые и розовые гнейсовидные, реже массивные. Несколько меньше развиты граносиениты, кварцевые сиениты и лейкограниты.

Топозерский плутон остается недостаточно изученным. Большая его часть затронута процессами тектонобластеза и милонитизации в зоне глубинного разлома, из-за чего топозерские гранитоиды сравнительно редко и на небольших площадях сохраняются в неизменном виде [300]. Характерной текстурной особенностью пород комплекса является хорошо проявленная гнейсовидность по биотиту, сопровождаемая менее отчетливой трахитоидностью по полевому шпату и линейностью по амфиболу. Часто отмечаются полосчатые текстуры, выраженные в чередовании мезократовых и лейкократовых пород, при этом последние нередко обособлены в линзовидные пегматоидные участки. Редко встречаются единичные мало-мощные (от сантиметров до десятков сантиметров) жилки гранит-аплитов массивного, реже гнейсовидного сложения, имеющие четкие, в основном согласные контакты с вмещающими гранитоидами.

Структуры пород крупно- и среднезернистые, гранитные, бластогранитные, иногда порфириформные, а также порфирокластические и цементные в зонах милонитизации. Порфириформные представлены плагиоклазом, микроклином и кварцем. Главные породообразующие минералы – микроклин, плагиоклаз, состав которого варьирует от олигоклаза

до андезина, кварц, амфибол и биотит; в Топозерском массиве отмечен также диопсид. Колебания содержаний лейкократовых минералов определяют классификацию пород: кроме преобладающих в массивах гранитов и адамеллитов (мондогранитов) описаны кварцевые монцитоны, кварцевые сиениты и граносиениты, а также редкие сиениты и монфодиориты.

Отличительными признаками гранитоидов являются высокожелезистая субщелочная роговая обманка типа гастингсита ( $F = 0,83$ ,  $Na_2O + K_2O = 3,7\%$ ) и высокие содержания акцессориев: магнетита, титанита (до 5%), циркона, алланита. Аномальным является также содержание сфена (до 3–5%) и апатита (до 1%). Кроме перечисленных минералов, отмечаются флюорит, ильменит, молибденит, шеелит, сфалерит, галенит, халькопирит, а в ассоциированных с некоторыми массивами пегматитах также хризоберилл, колумбит, ксенотим и арсенопирит [352].

Особенностями химического состава пород являются значительные колебания содержаний кремнезема (62–73%) при устойчиво повышенной железистости (0,71 – 0,75%), титанистости и преобладании калия над натрием ( $K = 0,44–0,48$ ). По систематике А. Н. Заварицкого все гранитоиды относятся к породам нормального ряда, богатым или умеренно богатым щелочами. Надкларковые концентрации Zr (до 700 г/т) Hf, Y, Nb, Ta, редких земель при близких к кларку или пониженных концентрациях Ba, Sr, Rb, Th, U определяют геохимическую специфику гранитоидов. Во всех породах устанавливаются отчетливые европиевые аномалии, наиболее ярко выраженные в лейкогранитах ( $Eu/Eu^* = 0,28–0,75$ ). Возраст пород комплекса, полученный U-Pb методом (SHRIMP), отвечает  $2397 \pm 30$ ,  $2412$ ,  $2437 \pm 12$  млн лет [247].

## Позднесумийские плутонические комплексы

**Куземский плутонический комплекс лерцолитов–габброноритов** ( $\sigma-vKR_{1k}$ ) выделен В. С. Степановым [451, 452, 454, 455] из общей совокупности друзитов Западного Беломорья (Беломорская ПМЗ) по особенностям вещественного состава и соотношениям их с телами друзитов иных вещественных параметров (комплексом габбро-анортозитов и комплексом гранатовых габбро). В сводной легенде Карельской серии листов Госгеолкарты-200 М. А. Корсаковой для этого комплекса использовано определение куземский (Куземская ПЗ).

Комплекс имеет ареальное распространение и представлен многочисленными (несколько тысяч) малыми интрузивными телами – дайками, линзовидными, подковообразными, изометричными в плане и другими телами, а также их разобщенными тектоническими фрагментами. Размеры даек и дайкообразных тел (возможно, полого залегающих пластовых тел) варьируют от первых метров до 400 м по мощности. Наиболее крупные из них прослежены на расстояниях до 8 км. Интрузивы, изометричные в плане, достигают 2–3 км в поперечнике.

Самым значительным интрузивом комплекса является Ковдозерский массив, площадь которого составляет несколько десятков км<sup>2</sup>. Морфология интрузивов и закономерности их пространственного распределения зависят

от размещения структурных ловушек магмы. Первичные магматические контакты интрузивов характеризуются развитием зон закалки мощностью 1,5–2,0 м, многочисленными апофизами и захватом ксенолитов из пород рамы. Иногда они осложнены процессами, возникшими в результате термической проработки экзоконтактов, что сопровождается появлением палингеной гранитной выплавки, образованием в эндоконтактах гранофировых габброноритов, а в экзоконтактах – гибридных пород. Наиболее полно эти процессы проявлены в интрузиве Юдомнаволок–Кузема.

Вторичные, тектонические контакты отражают участие интрузивов в последующих за становлением комплекса деформациях. Большая часть массивов – **мелкие однофазные интрузивы. В более крупных из них наблюдаются отчетливые черты магматической дифференциации**, хотя тонкая расслоенность встречается редко. В ряде тел отмечены дайки оливиновых габброноритов – образования заключительной фазы комплекса.

Ареал куземского комплекса представляет собой обширный пояс северо-западной ориентировки, пространственно совмещенный с Беломорской ПМЗ. Установлена поперечная латеральная зональность [454, 455]. Выделяются зоны оливиновых, безоливиновых и кварцевых габброноритов. К осевой части зоны тяготеют наиболее крупные и наиболее магнетиальные массивы. Формирование латеральной зональности связывается с докамерной эволюцией исходной магмы комплекса.

На основании прямых интрузивных контактов конкретных магматических тел геологический возраст комплекса определяется как более молодой по отношению к массивам габброанортозитов, чарнокитовым гранитам Вичанского массива, гранодиоритам Хедостровского и Егутского массивов и как более древний – по отношению к дайкам комплекса гранатовых габбро, пегматитовым жилам и гранитоидам свекофеннского(?) возраста [453, 455, 457].

Породы комплекса образуют последовательный ряд: плагиоклазовые лерцолиты–оливиновые вебстериты–оливиновые меланогаббронориты, оливиновые габбронориты, габбронориты, гранофировые (кварцевые) габбронориты, лейкогаббронориты, анортозиты. В породах отчетливо выражены признаки кумулятивных структур со следующей последовательностью образования минералов: хромшпинелид–оливин–ортопироксен–клинопироксен–плагиоклаз. Составы главных породообразующих минералов варьируют в следующих пределах: оливин – 12–22% Fa; ортопироксен – 10–28% Fs; клинопироксен: эндиопсид-авгит, плагиоклаз 66–42% An, в меланократовых породах непрозрачен (до 3,3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), хромшпинелид: хромпикотит–алюмохромит. В субсолидусных условиях (P ≥ 8–9 кбар, T = 800–900 °C) на стыках зерен оливина и плагиоклаза развиваются двупироксеновые друзитовые каймы. Наложенные метаморфические процессы приводят к образованию в породах комплекса граната и амфибола, а позднее (при более низких температурах) серпентина и магнетита. Количество вторичных минералов варьирует в широких пределах.

Исходный расплав комплекса, судя по составам закаленных пород: SiO<sub>2</sub> – 50,13; TiO<sub>2</sub> – 0,69; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11,41; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,59; FeO – 9,02; MnO – 0,19; MgO – 14,89; CaO – 8,61; Na<sub>2</sub>O – 1,70; K<sub>2</sub>O – 0,53; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,7; H<sub>2</sub>O – 0,12, ппп – 0,88;

Cr – 889, Ni – 632, V – 168 (мас. %, г/т, n = 31) отвечает высокомагнезиальному, высокохромистому толеиту с несколько повышенным содержанием SiO<sub>2</sub>. В целом для комплекса магнезиальность пород варьирует в пределах 0,84–0,56, содержание Cr – 753–5950 г/т, SiO<sub>2</sub> – 39–54%. Для них также характерны повышенные содержания Ni при низких TiO<sub>2</sub> (< 1%) и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (< 0,1%), дифференцированное распределение РЗЭ (ЛРЗЭ в 20–50, а ТРЗЭ в 2–10 раз превышают хондритовую норму). Для закаленных пород отношение Ti/Zr = 73, Zr/Y = 4,5, а для пород в целом – соответственно 58,5 и 5,2. Породы комплекса имеют отрицательные значения εNd. Предполагается, что исходная магма комплекса образовалась в результате ~ 30% плавления вещества мантии при P = 18–20 кбар и в процессе перемещения подверглась некоторой контаминации коровым веществом. Становление интрузивов происходило в консолидированных породах рамы на глубинах, эквивалентных P = 6–9 кбар [455]. Металлогенетическая специализация комплекса определяется высокими фоновыми содержаниями Cr, Ni и платиноидов при низких содержаниях S. Комплекс рассматривается как глубинный аналог формирования расслоенных перидотит-габброноритовых интрузий.

Для Ковдозерского [200] и Шобозерского массивов получены U-Pb по циркону изохронные возраста соответственно 2440 ± 10 и 2435 ± 5 млн лет.

## ПОЗДНИЙ КАРЕЛИЙ

### Люди́ковийское время

#### Люди́ковийские плуто́нические комплексы

**Ханкусьярвинский перидотитовый плуто́нический комплекс** ( $\sigma KR\frac{1}{2}h$ ) представлен рядом разновеликих (от нескольких десятков метров до первых километров в поперечнике) метаперидотитовых массивов, локализованных в зоне протяженностью более 250 км. На геологической карте массивы комплекса выделены только в пределах Ханкусьярвинской ПЗ в Северной Карелии. Характер соотношения Ханкусьярвинского массива [466] и массивов Длинных озер [457] с протерозойскими образованиями определяют возраст комплекса как постъятулийский (вероятно, люди́ковийский).

Массивы разнообразны по форме и размерам, наряду с неправильно изометричными и линзовидными телами отмечаются тела пластинообразной формы. В районе Каменных озер закартирована группа сближенных изометричных и каплевидных мелких тел. Контакты массивов согласны с вмещающими породами. Сложены они в той или иной степени серпентинизированными гарцбургитами или оливинитами. Зональность, наблюдающаяся в краевых частях тел, определяется наложенными процессами и связана с явлениями амфиболитизации, оталькования, хлоритизации и карбонатизации. Эти процессы детально описаны М. М. Лавровым [273]. Первичные минералы перидотитов представлены оливином (8–11% Fa), ортопироксеном (7–10% Fs), местами сохранился хромшпинелид, обычно замещающийся магнетитом.

Химизм комплекса однообразен. Наблюдающиеся вариации отражают влияние наложенных метаморфических процессов. Наиболее существенные изменения химизма сопровождаются оталькованием и амфиболизацией пород. Наименее измененные породы отвечают по химизму оливинитам и гарцбургитам с магнезиальностью 85–90%, фигуративные точки измененных пород на классификационных диаграммах ложатся в поле пироксенитов и имеют магнезиальность 75–85%. Для пород комплекса характерны низкий Ti (419–2096 г/т), высокий Cr (862–4173 г/т) и Ni (490–2765 г/т, X = 1731 г/т), Ni : Co = 12. Содержание Pb, Rb, Y, Zr в серпентинитах на уровне чувствительности рентгенофлуоресцентного метода.

Геологические данные о возрасте и структурном положении комплекса выявляют его определенное сходство с офиолитами Ермау–Оутокумпу, которые имеют возраст около 1970 млн лет [400] и также локализованы в обрамлении Карельского кратона. Указанное сходство позволяет предположить, что рассмотренный пояс также имеет офиолитовую природу. Все сказанное выше определило отнесение пород комплекса на карте к людиковийскому возрасту.

**Гайкольский дунит-пироксенит-габброноритовый плутонический комплекс** ( $\sigma$ - $vKR_2g$ ) представлен несколькими сравнительно небольшими телами, локализованными в приосевой части Гайкольской структуры Шомбозерской СФЗ [152]. Породами, вмещающими массив, являются туфогенно-осадочные породы гайкольской свиты и роговообманковые габбро. Соотношение последних с породами массива не вполне ясно. Массивы представляют собой пластообразные линзовидные тела, по-видимому, конформные со складчатой структурой. Для Центрального (Гайкольского), наиболее крупного тела комплекса, предполагается лополитообразная форма [152].

Массивы имеют доскладчатый характер и, вероятно, подверглись тектоническому фрагментированию. В контактовых частях их отмечены зоны закалки и ксенолиты туффитов. Внутреннее строение массивов, в частности Центрального, имеющего мощность около 500 м, характеризуется отчетливыми чертами кристаллизационной дифференциации (расслоенности). Выделяются два крупных ритма, каждый из которых начинается ультраосновным дифференциатом и включает близкие по составу наборы пород. В ряду дифференциатов описаны дуниты, оливиниты, гарцбургиты, лерцолиты, плагиоклазовые ортопироксениты, плагиовестериты, габбронориты и габбро (габбродиориты). Породы краевой зоны представлены пироксенитами. Все ультраосновные породы дифференцированного ряда содержат плагиоклаз. Главные минералы: оливин (14–21% Fa), ортопироксен, клинопироксен, плагиоклаз, хромшпинель.

Комплекс является производным высокомагнезиального, высокохромистого расплава (содержание MgO в контактовых пироксенитах 24,07%, SiO<sub>2</sub> – 45,85%, Cr – 3773 г/т и V – 207 г/т). Магнезиальность пород в дифференциатах меняется от 84 до 69%; CaO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,07; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> = 12. Н. А. Горбик [152] указывает на сходство массивов комплекса с расслоенными массивами олангской группы и комплексом лерцолитов–габброноритов Западного Беломорья, что представляется достаточно обоснованным.

С комплексом связана сульфидная минерализация непромышленного характера. Отчетливо выражена его хромовая геохимическая специализация.

Для массива получено U-Pb методом (SHRIMP II) два определения возраста цирконов из роговообманковых лейкогаббро:  $2353 \pm 14$  и  $2350 \pm 6$  млн лет. Из амфиболовых габбро получен возраст  $2362 \pm 7$  млн лет, из меланогаббронорита (из дифференцированного тела в центре массива) –  $2412,7 \pm 4$  млн лет [247]. Эти возраста отвечают сумийско-сариолийскому надгоризонту и противоречат геологическим наблюдениям; условно массив отнесен к людиковию, как это сделано и в серийной легенде.

**Куолярвинский габбро-перидотитовый plutонический комплекс** ( $v\sigma$ - $vKR_2^1kj$ ) имеет ареальное распространение в пределах Куолярвинской СФЗ, выполненной преимущественно вулканогенными образованиями людиковия. Выявлено более 370 интрузивов, большей частью имеющих форму пластовых тел, локализованных на границе горизонтов осадочных и вулканогенных пород [299]. Мощность их от первых метров до первых сотен метров, отдельные из них прослежены на расстояние до 2,5–5 км, меньшее распространение имеют секущие дайки.

Наиболее значительным массивом является интрузив Какойва, в котором проявлены черты магматической дифференциации [273]. В отдельных случаях устанавливаются реликты первичных интрузивных контактов этих тел, но большей частью они стертые наложенными тектоно-метаморфическими преобразованиями. Отмечается [299] участие интрузивов в наложенной (свекофеннской?) складчатости. Большая часть массивов имеет ультраосновной состав и сложена различными типами серпентинитов. По реликтам структур и минералов они реконструируются как плагиоверлиты и реже плагиолецолиты. В подчиненном количестве среди интрузивов комплекса присутствуют габбро и габбродиабазы, в той или иной степени амфиболитизированные.

Тесная пространственная ассоциация габброидных и ультраосновных интрузивов, а также наличие редких дифференцированных массивов, в разрезе которых присутствуют оба типа пород (интрузив Какойва), позволяют рассматривать эти образования в составе одного комплекса [273, 299]. По данным В. С. Куликова с соавторами [267], становление габброидов предшествовало внедрению перидотитов.

Первичные минералы ультрамафитов представлены оливином (15–20% Fa), бронзитом (16% Fs), клинопироксеном (магнезиально-кальциевый авгит) и плагиоклазом (55–60% An). Характерен алюмотитанистый феррихромит, ассоциирующий с хромистым магнетитом. Содержание сульфидов не превышает 5%, обычно менее 1%. По химизму ультрамафиты комплекса являются высокомагнезиальными, (37–26% MgO; 37,72–42,61 SiO<sub>2</sub>), высокохромистыми (Cr 5063–2053 г/т) породами. Для них характерно устойчивое преобладание Al над Ca ( $CaO/Al_2O_3 < 0,6$ ), низкие значения Ti ( $TiO_2 < 0,5$ ) и V (56–426 г/т). В них несколько повышено содержание P (0,1–0,2% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Содержание никеля в среднем составляет 0,13% NiO при вариации от 0,02 до 0,2% и среднем содержании серы 0,03% [273]. На основании геологического положения массивов комплекса в Куолярвинской структуре он условно отнесен к людиковию.

## ПОСТМЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ИНТРУЗИИ

### Людиковийско(?) - калевийское время

Из-за дискуссионности положения временной границы между калевием и людиковием ниже описанные комплексы отнесены к неопределенному людиковийско-калевийскому времени.

**Умбинский эндербит-гранитовый плутонический комплекс** ( $eKR_2^2u$ ,  $\gamma KR_2^2u$ ). Гранитоиды умбинского комплекса образуют массивы площадью около 900 км<sup>2</sup> в Колвицкой ПМЗ и объединяют производные трех серий, каждая из которых соответствует самостоятельной интрузивной фазе [104]. Первая фаза представлена диоритами, кварцевыми диоритами, кварцевыми монцодиоритами и тоналитами эндербитовой серии. Вторая фаза образована кварцевыми диоритами, гранодиоритами, тоналитами чарнокитовой серии. Породы обеих фаз объединены на карте ( $eKR_2^2u$ ). Третья фаза, представленная адамеллитами и плагиомикроклиновыми гранитами, на карте показана самостоятельно ( $\gamma KR_2^2u$ ).

Массивы представлены пластинообразными или лополитообразными интрузиями, приуроченными к тектоническому узлу на пересечении зон глубинных разломов. Гранитоиды прорывают гнейсы умбинской толщи и перекрываются верхнепротерозойскими кварцито-песчаниками турьинской свиты. Породами эндербитовой серии сложены два массива – Островской и Порьегубский, площадью соответственно 30 и 100 км<sup>2</sup>, образующие пластинообразные интрузии, залегающие согласно с вмещающими породами. Чарнокитами сформированы три крупных массива трещинного типа – Умбинский, Выпчозерский и Ругозерский, сопровождаемые большим количеством жил и даек, инъецирующих вмещающие гнейсы. Эндербиты и чарнокиты оказывают активное контактово-метасоматическое воздействие на вмещающие породы в условиях фации пироксеновых роговиков.

Гранитами сложен Кузреченский массив площадью более 400 км<sup>2</sup>, относящийся к типу посторогенных синклинальных плутонов первой величины. Дайковый комплекс гранитов представлен телами мелкозернистых лейкократовых гранат-биотитовых и двуслюдяных гранитов, аплитов и пегматитов.

Петрографическими особенностями эндербитов являются присутствие гиперстена, резкое преобладание плагиоклаза над калиевым полевым шпатом, равномернозернистая, реже порфириовидная структура и гнейсовидная, местами тонкополосчатая текстура. Чарнокиты имеют повышенное содержание кварца и темноцветных минералов, представленных гиперстеном, амфиболом, биотитом, гранатом, и характеризуются порфириовидной рапакивиподобной структурой и массивной или трахитоидной текстурой. Порфириовидные граниты являются биотитовыми плагио-микроклиновыми или гранат-биотитовыми породами с гипидиоморфнозернистой и аллотриоморфнозернистой структурой основной массы и массивной или трахитоидной текстурой. Акцессорные минералы – апатит, монацит, циркон, ксенотим, флюорит, ортит, эпидот.

По химическому составу гранитоиды умбинского комплекса относятся к непрерывной завершенной калиево-натриевой диорит-гранитной серии пород с нормальной или несколько повышенной щелочностью. Характерной особенностью химического состава всех пород является их пересыщенность глиноземом с увеличением отношения калия к натрию от производных ранних фаз к более поздним дифференциатам. Породы первых двух фаз отчетливо различаются по глиноземистости и кальциевости, более высоких в эндербитах, тогда как чарнокиты обогащены железом и имеют существенно более высокое отношение закисного железа к магнезию. Содержание большинства элементов-примесей в гранитоидах умбинского комплекса близко к кларковому для средних и кислых пород. При переходе от ранних фаз к гранитам выявлено увеличение содержания Rb, Pb, Sn и уменьшение – Sc, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, V.

Образование гранитоидов предполагается в процессе кристаллизационной дифференциации андезитовых расплавов в промежуточном очаге на умеренных глубинах с последовательным отделением и перемещением дискретных порций магм в верхние этажи земной коры [104].

Возраст цирконов (U-Pb, циркон) из эндербитов Порьегубского массива определен в  $1941 \pm 23$  млн лет [539], чарнокитов Умбинского массива –  $1912 \pm 8$  млн лет [35], лейкогранитов из дайки в Порьей губе –  $1912 \pm 2$  млн лет [539]. Возраст гранодиоритов, полученный Sm-Nd методом по породе и минералам, равен  $1800 \pm 8$  и  $1804 \pm 10$  млн лет [524].

**Райнечоррский вебстерит-клинопироксеновый гипабиссальный комплекс** ( $0\sigma KR_2^{1-2r}$ ) объединяет многочисленные малые интрузивные массивы ультрабазитов, секущие габбро-анортозиты интрузии Главного хребта и вмещающие их архейские породы, а также массивы, залегающие в восточной части Колвицкой ПМЗ [299]. Интрузии приурочены к тектоническим зонам и часто образуют цепочки линзовидных тел. Наиболее крупными из них являются Райнечоррский, Керкчоррский и Тулгьяврский в Мончегорском районе и Центральный в Кандалакшском районе.

Интрузивы Мончегорского района, занимают площадь до 3–7 км<sup>2</sup>, имеют в плане линзовидную или округло-линзовидную форму и концентрически-зональное внутреннее строение. Они сложены оливинитами, клинопироксенитами. В строении более мелких массивов преобладают клинопироксениты с переменным количеством оливина и плагиоклаза, реже встречаются габбро. Породы в эндоконтактных зонах часто рассланцованы согласно с общей кристаллизационной сланцеватостью рамы. Первичные минералы представлены оливинитом (хризолит), ортопироксеном (бронзит), клинопироксеном (авгит), амфиболом (титанопаргасит) и ильменит-магнетитовыми сростками.

Интрузии Кандалакшского района, числом более 80, концентрируются в зоне северо-западного простиранья шириной от 2 до 5 км и длиной более 20 км. Площадь тел варьирует в пределах 1–4 км<sup>2</sup>. В плане они имеют линзовидную форму, осложненную разрывными нарушениями, с падением на юг. В большинстве случаев тела претерпели совместно с вмещающими кристаллическими сланцами и амфиболитами буддинаж. Интрузивные породы первоначально были представлены преимущественно оливин-содержащими клинопироксенитами с подчиненными им лерцолитами,

вебстеритами, амфиболовыми пироксенитами и габброидами. В течение регрессивной стадии метаморфизма они превращены в флогопитовые, флогопит-актинолитовые, актинолитовые и карбонат-талк-тремолитовые породы с редкими реликтами оливина (13–24% Fa), ортопироксена (бронзит) и клинопироксена (авгит). Помимо актинолита встречается роговая обманка (часть из которой представлена первичной фазой), антофиллит и куммингтонит.

Все породы комплекса относятся к нормальному щелочноземельному типу, характерным для них является пониженное содержание глинозема и извести, повышенное – натрия и хрома, а также переменное содержание титана (от 0,3 до 0,9 мас. %).

Массивы комплекса включают концентрации вкрапленных и массивных ильменит-магнетитовых руд.

Изотопный возраст пород Райнечоррского массива, определенный по породе и минералам Sm-Nd методом, равен  $1863 \pm 77$  млн лет [490].

**Соустовский щелочных сиенитов гипабиссальный комплекс** ( $\phi_{\xi}^{\xi}KR_2^{1-2s}$ ). До 1980-х годов он преимущественно относился к сателлиту Хибинского плутона, расположенного в 5 км к северу, однако на основании геохронологических данных в последующем был включен в состав раннепротерозойского щелочного комплекса.

Инtruзия имеет дайкообразную форму, вытянута в северо-западном направлении и согласно залегает среди осадочно-вулканогенных карелид Имандра-Варзугской СФЗ, в западной ее части. Контакты инtruзии тектонизированные, на отдельных участках сохранились эруптивные соотношения.

Внутреннее строение инtruзии слабодифференцированное. Сложена она преимущественно анальцимовыми сиенитами, близкими по химическому составу к миаскитам, а также жильной серией, представленной сиенит-порфирами, сиенит-пегматитами и нордмаркитами. Инtruзивные породы обладают порфировидной трахитоидной структурой. Главными минералами их являются микроклин-пертит, нефелин, лепидомелан, эгирин, рибекит, второстепенными – кальцит и магнетит; аксессуарные фазы представлены цирконом, ильменитом, флюоритом, апатитом, титанитом, ортитом, пиритом и гранатом. Rb-Sr возраст пород оценивается около 2000 млн лет [39], возраст сиенитов (Pb-Pb метод) равен  $1872 \pm 8$  млн лет [400].

**Тикшеозерский плутонический комплекс пироксенитов–нефелиновых сиенитов** ( $\nu\text{-}\phi_{\xi}^{\xi}KR_2^{1-2t}$ ) расположен в Ельтьозерской ПЗ. Вмещающими породами являются гнейсы, гнейсо-граниты, тоналиты и позднелопийские мигматит-граниты. Комплекс представлен двумя сближенными в пространстве синхронными по времени образования массивами – Ельтьозерским и Тикшеозерским.

В составе упомянутых массивов присутствуют однотипные породы (клинопироксениты, габбро, сиениты). Данные по химизму пород предполагают формирование этих массивов из разноглубинных источников.

Ельтьозерский массив закартирован на площади около 100 км<sup>2</sup>. По данным А. И. Богачева и С. И. Зака [67], он представляет собой трубкообразное тело, погружающееся к северо-востоку. В плоскости эрозионного среза

массив имеет эллипсоидальную форму с субмеридиональной ориентировкой длинной оси, вытянутой в северо-северо-западном направлении. Интрузив является многофазным и в своем строении сочетает черты массива центрального типа и трещинной интрузии. Вертикальная мощность интрузива оценивается от первых сотен метров в западной части до 2–2,5 км на севере и 3–3,5 км на востоке массива. Строение Елетьозерского массива концентрически-зональное, невыдержанное как в плане, так и на глубину. Периферическая часть его сложена габброидами и комплементарными им породами различного состава, в центре залегают нефелиновые сиениты.

Габброиды занимают на современном эрозионном срезе около 90% площади массива, образуя кольцо шириной 1,5–4 км. В свою очередь оно характеризуется также концентрической зональностью, обусловленной сменной серий (или горизонтов) пород. Внешняя его часть представлена зоной краевого габбро шириной от 0,4–0,6 до 3 км. Она сложена мелко-среднезернистыми габбро, оливиновыми габбро, габброноритами, диоритами, мангеритами. Габбродиориты и габбронориты развиты непосредственно в эндоконтакте массива. Далее следует зона крупнозернистых и пегматоидных габбро шириной 0,1–2,5 км. В северной части массива между этими двумя зонами расположено серповидное тело клинопироксенитов протяженностью около 5 км и шириной 0,3–1 км.

Внутренняя часть массива представлена зоной расслоенной серии плагиоклазитов–габбро–оливиновых габбро-перидотитов, занимающей основную часть габброидного кольца (единое тело 12–13 × 4–5 км, прорванное сиенитовой интрузией). Характерно тонкое ритмичное переслаивание или наличие обособленных тел мощностью до 100–600 м. Породы расслоенной серии в целом обогащены ильменитом, титаномагнетитом. Соотношения различных серий базитовых пород трактуются по-разному. С. И. Зак [591] и вслед за ними А. И. Кириллов [601] описывают постепенные переходы между габброидами всех трех горизонтов, считая их принадлежащими к сингенетичным дифференционным рядам. Другими исследователями признается последовательное формирование серий базитов, однако общая точка зрения на эту последовательность отсутствует.

Центральная часть Елетьозерского массива представлена телом нефелиновых сиенитов площадью 10 км<sup>2</sup>, вытянутым в северо-северо-западном направлении (6–7 × 1,5–2 км).

Породы краевой серии весьма неоднородны по сложению и составу. Текстура массивная, неяснополосчатая, часто такситовая, размер минеральных зерен варьирует от 1–3 до 5–15 мм и более. Главными породообразующими минералами являются плагиоклаз (An 98–53), клинопироксен (титан-авгит, авгит, диопсид-геденбергит), могут присутствовать оливин (до 20–30%, Fa 30), титаномагнетит (до 5–30%), ильменит, гиперстен, феррогастингсит, керсутит, базальтическая роговая обманка, биотит, хлорит, скаполит, кварц.

Породы расслоенной серии включают пестрый комплекс пород. Они, как правило, массивные, характеризуются пан- и гипидиоморфнозернистой, сидеронитовой структурами. Основные породообразующие минералы представлены плагиоклазом (An 85–50), (титан)авгитом, оливинном,

рудными минералами (ильменитом и титаномагнетитом с варьирующими соотношениями от 2–3 до 0,3–0,5), в меньшей степени – ортоклазом, титанистым биотитом, апатитом, вторичными минералами.

Нефелиновые сиениты имеют средне-крупнозернистое сложение, трахитоидную, реже массивную пятнистую текстуру. По преобладанию мафических минералов выделяются биотитовые и эгирин-арфведсонитовые разновидности, но во всех типах резко доминируют салические составляющие – микроклин-пертит, реже ортоклаз – 70–75%, нефелин – 8–18%, альбит – 2–10%. Присутствуют (титано)магнетит, апатит, циркон, ильменит, гранат, титанит, содалит. Для пегматитов в качестве аксессуариев характерны пироклор, ферсманит, колумбит, ортит, торит, флюорит.

Породы Ельтеозерского массива относятся к K-Na серии, сумма щелочей для пироксенитов составляет 1,78 мас.%, для габброидов – 1,58–4,57%, значение коэффициента фракционирования ( $Fe^{2+} + Fe^{3+}/Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mg$ ) – 0,52 и 0,39–0,58, титанистости ( $TiO_2/Fe_2O_3 + FeO$ ) – 0,21 и 0,04–0,4, глиноземистости ( $Al_2O_3/Fe_2O_3 + FeO + MgO$ ) – 0,18 и 0,70–3,01 соответственно. Для сиенитов эти показатели (в той же последовательности) составляют 13,66; 0,78; 0,17 и 2,88. Нефелиновые сиениты Ельтеозера относятся к миаскитовому типу,  $K_2O + Na_2O/Al_2O_3$  составляет 0,72. Распределение элементов-примесей в породах последовательных серий Ельтеозерского массива показывает закономерное понижение в процессе дифференциации концентраций  $Cr_2O_3$  (г/т, пироксениты – 880, габбро – 70–340, сиениты – 20), Ni (110, 20–110, 13 г/т соответственно) и повышение – BaO (пироксениты – 200 г/т, габбровая серия – до 1,1%), SrO (пироксениты – 800 г/т, габбровая серия – до 0,12%). Содержание TR в габброидах составляет 165 г/т, в сиенитах – 115 г/т при соотношении легких к тяжелым REE 4,37 – в габброидах, и 12,18 – в сиенитах. В породах этих двух серий отмечается характерный для этого формационного типа празеодимовый и европиевый максимумы [633].

Тикшеозерский массив, расположенный в 16 км севернее Ельтеозерского, оконтурирен не полностью. Внутреннее строение его характеризуется асимметричной зональностью. Площадь массива 24 км<sup>2</sup>. На современном эрозионном срезе он имеет сложную форму и вытянут в субмеридиональном направлении на 7 км при максимальной ширине 4–5 км [605, 640, 655]. Тектонизированная подошва массива вскрыта скважинами на глубине 500 м в центре и 230–250 м – на флангах, что определяет лополитообразную форму тела.

Тикшеозерский массив является многофазным. В его строении выделяются пять фаз (от ранних к поздним): I – оливинитов (~8 км<sup>2</sup>), II – пироксенитов (11 км<sup>2</sup>), III – фойдолитов (~2 км<sup>2</sup>), IV – нефелиновых сиенитов (~1 км<sup>2</sup>), V – карбонатитов (~2 км<sup>2</sup>).

Оливиниты характеризуются средне-крупнозернистым сложением. Кроме оливина (Fa 10–12), содержащего до 0,3% Ni и 0,006–0,01%  $Cr_2O_3$ , характерным минералом является хромшпинелид. Присутствие последнего иногда повышает концентрацию  $Cr_2O_3$  в породе до 1% и более. Реже встречается интерстициальный титаномагнетит. Оливиниты неравномерно, чаще интенсивно, серпентинизированы.

Пироксениты – обычно средне-крупнозернистые породы. Состав определяется клинопироксеном (титанавгит, 50–90%), второстепенные минералы представлены керсутитом (10–15%), биотитом (2–14%), плагиоклазом (An 50–60, 0–20%), оливином (до 5%, иногда до 10–12%) и титаномагнетитом (до 10%, иногда до 25–30%). Акцессорные минералы включают апатит, ильменит. Габбро в виде небольших тел переменного состава обособливаются в юго-западной и северо-восточной частях массива среди полей оливинитов и плагиоклазовых пироксенитов, с которыми они образуют постепенные переходы. Встречаются также жилы, секущие пироксениты. Преобладают меланократовые разновидности габбро с оливином и (титан)авгитом. Наряду с текстурно неоднородными отмечаются полосчатые разновидности. В виде жил присутствуют микрогаббронориты. Тералиты распространены в северной части массива, демонстрируя переходы к плагиоклазовым пироксенитам, меланократовым оливиновым габбро. По соотношению лейко- и меланократовых минералов в тералитах намечается полосчатость (с трахитоидностью в меланократовых разновидностях). Тералиты представляют собой средне-крупнозернистые породы с переменным содержанием главных минералов: титанавгита, керсутита, нефелина, плагиоклаза, биотита, иногда оливина (Fa 20–25), титаномагнетита, калиевого полевого шпата, эгирина и обычного для этих пород апатита.

Породы ийолитового ряда характеризуются, как правило, такситовой или грубополосчатой текстурой, неравномерной (от мелкозернистой до пегматоидной) структурой. В их составе участвуют титанавгит и нефелин в широко варьирующих соотношениях, а также амфибол ряда паргасит–феррогастингсит, керсутит, магнизиальный биотит, апатит, титаномагнетит. Нефелиновые сиениты в виде небольших тел и жил распространены в северной, северо-восточной и юго-восточной частях массива. Породы трахитоидные, часто сланцеватые, состоят из калиевого полевого шпата (40–65%, микроклин-пертит, реже ортоклаз), нефелина (30–40%), а также клинопироксенов (титан-эгиринавгит, эгирин), амфибола, биотита, титанита, титаномагнетита, апатита (3–5%). При альбитизации появляются циркон и пироклор. Обычный вторичный минерал – содалит. Согласно Г. Н. Сафроновой [640], особую разновидность сиенитов Тикшеозерского массива образуют псевдолейцитовые сиениты.

Карбонаты распространены преимущественно в Центральном блоке массива, где слагают штокообразное тело  $5,4 \times 0,6$  км. Представлены следующими разновидностями: кальцитовыми карбонатами, составляющими около 90% всего объема карбонатов, мелко-среднезернистыми, обычно отчетливо полосчатыми; помимо кальцита состоят из варьирующего количества флогопита, магнетита, оливина, амфибола, апатита; доломит-кальцитовыми – крупнозернистыми, наряду с кальцитом присутствуют доломит (20–30, до 40%), некарбонатные фазы могут включать флогопит, катафорит, тремолит, тетраферрифлогопит, апатит, сульфиды (пирротин, халькопирит), типичные акцессории – анкилит, пироклор, бадделеит, циркон; лейкократовые доломитовые карбонаты – помимо доломита содержат хлорит (или хлоритизированный флогопит), рихтерит, тремолит, сульфиды, циркон, апатит.

Возраст пегматоидных и рудных габбро Елетьозерского массива (К-Аг, биотит) составляет 1820–1910 млн лет, нефелиновых сиенитов – 1800–1830 млн лет [271]. Возраст сиенитов Тикшеозерского массива (К-Аг, биотит) – 1873–2011 млн лет. Датировки карбонатитов Тикшеозерского массива, полученные U-Pb изохронным методом для циркона и бадделейта, дали значение  $1851 \pm 2,2$  млн лет [53].

## Вепсийское время

**Панареченский монцогаббро-сиенит-гранитовый плутонический комплекс** ( $\mu\nu$ - $\gamma$ KR<sub>2</sub><sup>3pr</sup>). В панареченский комплекс (Имандра-Варзугская СФЗ) объединены монцогаббро, монцониты и сиениты, небольшие тела которых размещаются в полукольцевых тектонических зонах Панареченской вулcano-тектонической структуры и в единичных мелких телах – западнее ее. В него включены и лейкократовые граниты центральной части структуры, где они слагают тело размером 1 × 2 км. Монцонитоиды отнесены к первой фазе, граниты – ко второй, на основании того, что первые секутся жилами гранит-порфиров, близких по составу к полнокристаллическим гранитам центральной части структуры. Те и другие образования близки к вулканитам самингской толщи.

Породы первой фазы слагают тела длиной от 1 до 7 км, мощностью 300–1500 м, размещающиеся по тектоническому периметру Панареченской синклинальной структуры и погружающиеся также центриклинально. Контакты этих тел с породами ильмозёрской и панареченской свит повсеместно активные интрузивные – вмещающие породы обожжены или оплавлены, ороговикованы, окварцованы, иногда в них проявлен метасоматоз с новообразованиями магнетита, пирротина, графита, кварца. Мощность таких зон иногда достигает нескольких сот метров. Г. Ю. Пушкин отмечает непостоянство состава и структур в пределах каждого тела – породы разной основности сменяют друг друга без резких границ, степень раскристаллизации пород резко меняется от полнокристаллических гипидиоморфнозернистых до криптокристаллических эффузивного облика. Химический состав пород меняется от субщелочных габбро–монцонитов–сиенитов до субщелочных гранитов.

Лейкократовые граниты второй фазы изучены одной скважиной и канавами. Вмещающие породы – метапесчаники панареченской свиты и кислые метавулканиты самингской толщи, к которым эти граниты близки петрохимически. В отличие от пород первой фазы, граниты хорошо раскристаллизованы, массивные, преимущественно среднезернистые, гранитной структуры, нормальной щелочности. Плагиоклаз заметно преобладает над микроклином, биотит практически полностью замещён серицитом и хлоритом.

**Чупинский гранит-пегматитовый плутонический комплекс** ( $\rho\gamma$ KR<sub>2</sub><sup>3c</sup>). В Енско-Лоухской ПЗ установлено около 5 тысяч пегматитовых тел [436]. Пегматитоносная зона имеет северо-западное простираание и длину около 180 км при ширине до 35–40 км. Пегматиты разнообразны по морфологии и размеру, но преобладают линзовидные или дайкообразные

тела мощностью от 1–3 до 25–80 м и длиной от 20–30 до 200–400 м. Особый тип составляют межбуждинные пегматиты, приуроченные главным образом к сильно мигматизированным гнейсам нижних частей беломорского комплекса. Распределение жильных пегматитов в пределах зоны резко неравномерное. Наибольшая концентрация пегматитовых тел установлена в Лоухском и Енском пегматитоносных районах, где жилы расположены группами или «кустами», общее количество которых превышает 260, при количестве жильных тел в пределах кустов от нескольких до первых десятков, реже до нескольких сот [45]. Образование этой пегматитоносной зоны связано, как предполагается, с формированием в беломоридах разрывов в фундаменте.

По расположению пегматитовых тел выделяются жилы северо-западного простирания, для которых можно предполагать связь с разрывной тектоникой, и тела субмеридионального или северо-восточного направления. В расположении пегматитовых тел существенную роль играет литологический фактор, определяемый увеличением количества пегматитов в глиноземистых гнейсах. Установлена также прямая зависимость минерального состава жильных пегматитов от состава вмещающих пород и обратная зависимость от степени их мигматизации.

По структурно-минералогическим признакам среди жильных пегматитов выделяются мусковит-плагиоклазовые, биотит-плагиоклазовые, мусковит-микроклин-плагиоклазовые, биотит-плагиомикклиновые разновидности. К преобладающим структурам пегматитовых тел относятся порфиробластическая, орто тектитовая, аплитовая, крустификационноподобная, графическая, пегматоидная, блоковая. Помимо главных минералов – плагиоклаза (альбит–олигоклаз, олигоклаз), микроклин-пертита, кварца, мусковита и биотита, в пегматитах установлено более 70 минеральных видов, среди которых преобладают силикаты, окислы и гидроокислы, сульфиды, карбонаты и сульфаты.

Образование пегматитов связывается с процессами структурных и диафторических метаморфических преобразований архейских пород Беломорской СФО в раннем протерозое, проявившихся в условиях повышенного давления (дистен-силлиманитовая метаморфическая фациальная серия). Однако метаморфические изменения не затрагивают пегматиты. Изотопный Pb-Pb возраст циркона из пегматитов  $1750 \pm 40$  млн лет [395], возраст (Rb-Sr) пегматита Черной Салмы –  $1770 \pm 20$  млн лет [250], общая U-Pb изохрона для всех жил мусковитовых и керамических пегматитов (более 15) –  $1790 \pm 60$  млн лет, для редкоземельного пегматита –  $1780 \pm 60$  млн лет [464].

## ПОЗДНЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ ЭОН

### Среднерифейская эра

**Костомукшский лампроитовый гипабиссальный комплекс** (IRF<sub>2k</sub>) представлен дайковыми породами калиевой щелочности в районе Костомукшского железорудного месторождения в западной части

Карельской СФО (Костомукшская ПЗ). Вмещающими образованиями являются метавулканиды и метаосадочные породы контоксской серии, сланцы и железистые кварциты гимольской серии лопия. В Костомукшском дайковом поле выявлено около 50 даек мощностью от первых десятков сантиметров до 10–12 м. Некоторые дайки имеют сложное строение и образованы несколькими фазами внедрения. Подавляющее большинство их обнаруживает выдержанное в пределах 345–360° простирание при крутом (более 70°), как правило, северо-восточном падении.

Исследования по систематике даек Костомукшского поля [474] свидетельствуют о примитивности большинства расплавов, генерирующих рассматриваемые породы, указывают на плавление мантийных источников в широком диапазоне давлений как на основной фактор петрогенезиса и позволяют выделить три дайковые серии – оранжеитовую (кимберлитов П), лампроитовую и глиноземистую. Последняя включает в себя оливиновые и флогопитовые пикриты, оливиновые лейцититы и их мелилитсодержащие разности и является наиболее представительной, объединяя около 2/5 от известных дайковых тел. Лампроиты, среди которых выделяются существенно флогопитовые, лейцитовые и санидиновые разновидности, встречаются реже, оранжеиты (выделяются оливиновые и флогопитовые разности) наименее распространены. Тела, принадлежащие к разным сериям, распределены между кустами достаточно равномерно. Исключение составляют богатые магнием низкокальциевые оранжеиты, образующие компактное скопление в пределах Костомукшского карьера.

По петрографическим особенностям породы перечисленных серий обнаруживают ряд общих черт. Всем им присуща массивная текстура. В ассоциации макрокрапленников преобладает оливин (при этом ксенокристы мало распространены), иногда присоединяется флогопит. В некоторых телах главной фазой ассоциации является лейцит и, реже, калиевый полевой шпат. В ряде случаев мелкие фенокристы клинопироксена достигают размеров макрокристаллов. Встречаются ортопироксены, включая их низкотитанистые разности, которые могут иметь мантийное ксеногенное происхождение. В концентрате протолок распросранены макрокристаллы хромшпинелидов, найдены единичные зерна хромдиопсида. Пиропы не обнаружены. Мантийные ксенолиты выявлены в двух телах (оранжеитовом и лампроитовом). Они представлены сильно серпентинизированными шпинелевыми перидотитами. Породы костомукшского комплекса содержат алмазы.

Основная масса пород характеризуется микрофенокристаллической структурой. Макрокрапленники в зависимости от типа породы могут быть представлены оливином, флогопитом, клинопироксеном, лейцитом, калиевым полевым шпатом, мелилитом. Матрикс пород сложен агрегатами серпентина, сапонита, талька, хлорита, карбонатов, в том числе – в виде оцелль, клинопироксена, рихтеритового амфибола, лейцита, флогопита, включая его мадупитовый тип. Может присутствовать обильный титанит, встречаются барит, бастнезит. Аксессуориями являются джеппеит, рутил, ильменит, церийсодержащий перовскит (до 8,6% CeO), монацит (и рабдофан), гафниевый циркон, алланит, апатит сложного состава с высоким

содержанием (%) SrO (до 4,0), BaO (до 0,5), Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 1,1), La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 1,1), Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (до 1,4–2,4), магнезиохромит, магнетит, пентландит, халькопирот, пирит. Разнообразие минералогического состава даек Костомукши не всегда связано с глубинными причинами и часто обусловлено гетероморфизмом минеральных ассоциаций.

Для дайковых пород Костомукши характерно низкое относительно выдержанное содержание SiO<sub>2</sub>, колеблющееся в пределах 36,70–48,10% (глиноземистая серия 38,83–46,75%, лампроитовая 36,79–48,10%, оранжеитовая 39,08–44,82%). Малым разбросом отличается содержание суммарного железа (в форме Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8–10%) и TiO<sub>2</sub> (обычно 2–3%). Диапазон концентраций калия и вариаций щелочного модуля весьма широк – K<sub>2</sub>O: 0,60–7,30%; mol. K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,2–1,7 (глиноземистая серия 0,20–0,99, лампроитовая 0,97–1,67, оранжеитовая 0,49–1,47). При этом количество калия в породе может быть малым вне зависимости от степени ее гидротермально-метасоматического изменения. Параметр Нигли (mol. K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O) почти всегда превосходит 0,70 и часто превышает 0,80, как это свойственно ультракалиевым породам. Низкокалиевый тренд характерен для пород глиноземистой серии, умереннокалиевый с высокими отношениями TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – соответствует серии оранжеитов, высококалиевый – отвечает лампроитам. При этом глиноземистая и оранжеитовая серии принадлежат к субщелочной, а серия лампроитов – к щелочной ассоциации. Магнезиальные числа (MgO/MgO+FeO) велики (глиноземистая серия 0,66–0,85, оранжеитовая 0,76–0,84, лампроитовая 0,69–0,85). Все разновидности пород обогащены несовместимыми элементами (LREE, Sr, Ba, Zr, Hf, Nb, Ta) при отсутствии Ti-Ta-Nb аномалии в их нормированном распределении.

В качестве минералогических особенностей, имеющих диагностическое значение, необходимо отметить химизм флогопитов. Их высокотитанистый тренд в поле TiO<sub>2</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> отвечает глиноземистой серии пород, низкотитанистый – является диагностическим признаком оранжеитов.

Для пород костомукшских даек получены совпадающие по Rb-Sr и Sm-Nd системам значения возраста: 1230±5 и 1234±80 млн лет соответственно [349].

**Туттиярвинский комплекс габбродолеритов** ( $v\beta RF_2t$ ) представлен крупной дайкой Сала–Туттиярви, прослеживающейся по территории Финляндии и России на расстояние около 130 км с общей ориентировкой СЗ 285–310° (Туттиярвинская ПЗ). На финляндской территории дайка при мощности 60–100 м прослежена с небольшими перерывами на расстояние 100 км. На российской территории изучен примерно 5-километровый отрезок дайки в районе оз. Туттиярви. Мощность ее здесь достигает 150 м.

По имеющимся данным [136], краевые части дайки сложены диабазовыми порфиритами, которые в центральной части тела сменяются среднезернистыми габбродиабазами. Местами проявлена магматическая полосчатость, обусловленная чередованием относительно лейкократовых и меланократовых разновидностей. Структура пород офитовая или пойкилоофитовая. Фенокристаллы – диопсид-авгит, ортопироксен и оливин. Среднезернистая матрица породы состоит из лейст плагиоклаза (60–69% An), гиперстена, оливина, роговой обманки и других продуктов

их замещения. В небольших количествах присутствуют магнетит, хлорит, скаполит, карбонат, кварц. Порфириды краевой, закалочной зоны отличаются порфировой структурой и присутствием вкрапленников плагиоклаза. В габбродиабазе выделяются небольшие шпировидные участки, сложенные преимущественно плагиоклазом (олигоклаз–андезин) и амфиболом. Эти породы описаны [136] как аплитовые габбродиабазы и, вероятно, являются поздним продуктом дифференциации.

По химизму габбродолериты (габбродиабазы) отвечают мезократовым ( $f' = 16–20$ ) базитам нормального, реже субщелочного ряда, натриеовой специализации ( $K_2O/Na_2 = 0,2–0,5$ ). При этом лейкократовые дифференциаты варьируют по химизму от лейкобазитов до диоритов и кварцевых диоритов. Большая часть выборки ( $n = 15$ ), собранной А. П. Световым, представлена магнезиальными разновидностями пород ( $f_a = 0,33–0,47$ ), меньшая часть ( $n = 5$ ), включающая диориты, лейкобазиты и базиты, имеет железистый состав ( $f_a = 0,52–0,75$ ). Для пород комплекса характерна умеренная, реже повышенная (в диоритах и лейкобазитах) глиноземистость ( $al' = 0,69–1,34$ , в одном случае 2,8). Содержание  $TiO_2$  в породах варьирует от 0,53 до 1,67% (в кварцевом диорите), содержание  $P_2O_5$  обычно меньше 0,1%,  $BaO$  – 0,03%;  $SrO$  – 0,05%;  $S$  – 0,06–0,09%.

Возраст дайки, по данным финских исследователей, составляет 1130–1170 млн лет [544], в более поздних работах приводится датировка 1127 млн лет.

## Палеозойская эра

Приведенная ниже характеристика комплексов показала, что, по данным изотопного датирования возраста пород, наиболее ранний магматизм характерен для района г. Кандалакша и Ловозерских тундр (табл. 8).

### Раннедевонская–раннекарбоновая эпохи

**Ковдорский оливинит-фоидит-фоидолит-карбонатитовый плутонический комплекс** ( $\sigma-9D_1-C_1kv$ ). К данному комплексу относится большинство щелочных ультрамафитовых интрузий Кольской щелочной провинции, в том числе Кандагубский и Кургинский массивы. Практически все они располагаются в пределах крупной зоны северо-восточного простирания, протягивающейся от Саланлатвинского и Ковдорского массивов на западе за пределы листа до района губы Ивановская на побережье Баренцева моря и названной Саланлатва-Ивановская ПЗ.

Преобладающая часть массивов сложена породами, относящимися к серии оливинит–мелилитолит–ультрасосновной фоидолит–карбонатит [298]. Интрузии, как правило, многофазные. Количество фаз варьирует, часть их может быть редуцирована. Полный набор фаз включает в себя гипербазитовую (ультрамафитовую – оливиниты), мафитовую (пироксениты), мелилититовую (турьяиты), фоидолитовую (породы ряда якупирангит–уртит) и фоскорит-карбонатитовую фазы. Помимо пород перечисленных фаз, для

интрузий ковдорского типа, в связи с их многофазностью, характерно широкое развитие метасоматически измененных и контактово-реакционных пород, включая метасоматиты экзоконтактовых зон.

Вмещающие породы (преобладают архейские гранито-гнейсы) на контакте со щелочно-ультраосновными интрузиями превращены в эгирин-полевошпатовые или нефелин-эгирин-полевошпатовые породы – фениты. Мощность ореолов фенитизации зависит от характера интрузивов, тектонического строения зон контактов, состава и текстурных особенностей вмещающих пород. Наиболее мощные контактовые ореолы характерны для собственно щелочных интрузий и нередко сопоставимы здесь с размерами самих массивов (Озерная варака, Салмагорский массив).

В связи с различной наполненностью фаз среди интрузий ковдорского комплекса можно выделить следующие их типы: полнопроявленный, характеризующийся присутствием всех фаз в строении массивов (Ковдор, Вуорирви, Турьего полуострова, Салмагорский; ультрамафит-мафитовый (Лесная варака, Африканда); фойдолит-карбонатитовый (Салланлатва, Озерная варака); мафит-фойдолитовый (Маврагубский, Ковдозерский, Ингозерский). Полнота фазности массивов зависит не только от глубины залегания их камеры и степени эрозионного среза, но и от глубины залегания и степени плавления источника. Показательной в данном случае является разнофазность расположенных в относительной близости друг от друга интрузий Африканда, Озерная варака, Лесная варака, Салмагорская.

Петротипом ковдорского комплекса является Ковдорский массив, для которого характерна максимальная полнота фаз. В прочих полнопроявленных массивах некоторые фазы развиты слабо. Так, в интрузиях Вуорирви, Турьего полуострова гипербазиты встречаются преимущественно в виде реликтов, в массивах же Салмагорском, Песочном слабо развиты породы фоскорит-карбонатитового состава.

В современном эрозионном срезе большинство массивов ковдорского комплекса имеют округлые или неправильные овальные очертания. Площадь их составляет от первых до 40 км<sup>2</sup>. Контакты с вмещающими породами резкие и секущие, с крутой центриклональной ориентировкой поверхностей раздела. Такая ориентировка характерна и для внутренних контактов пород отдельных интрузивных фаз.

Массивы относятся к интрузиям центрального типа с характерным для них концентрически-зональным расположением пород различных фаз. В наиболее типичных случаях (Ковдор) ядерные части сложены гипербазитами. При этом анализ внутренней тектоники отдельных массивов показывает, что в ряде из них (Лесная варака, Африканда, возможно Салмагорский) оливиниты первоначально слагали трещинные тела, преобразованные при внедрении последующих фаз [272].

Породы наиболее ранней фазы представлены оливинитами и их рудными разновидностями. В начальный этап формирования массивов они занимали значительно большие площади, но впоследствии в процессе метасоматоза, сопровождавшего внедрение щелочных и карбонатитовых магм, были переработаны в существенно пироксеновые, слюдяно-пироксеновые, монтчеллитовые, кальцит-флогопитовые и другие породы.

Первичные силикаты в оливинитах представлены только оливином (Fa 10–15%). Исключение составляют уникальные мелилитовые оливиниты Африканды, образующие маломощные «прослои» среди мелкозернистых разностей. Они характеризуются порфиридной структурой: вкрапленники мелилита погружены в мелкозернистую магнетит-оливиновую массу с перовскитом.

Первичным аксессуарным минералом оливинитов является, содержащий до 0,2% примеси никеля, титаномагнетит (Ковдор, Турий мыс, Вуориярви), иногда к нему добавляется перовскит (Лесная варака, Африканда). В рудных оливинитах титаномагнетит относится уже к пороодообразующим. Перовскит кристаллизуется позже титаномагнетита, нарастая на него. Оливиниты, как правило, серпентинизированы.

Пироксениты являются породами наиболее проявленной во всех массивах фазы, уступая лишь фойдолитам. Они интрузируют оливиниты, пересекают их в виде жил, в ряде случаев слагают цемент эруптивных брекчий, обломками в которых являются оливиниты. Последние всегда обнаруживают признаки пироксенизации.

В строении существенно пироксенитовых по составу интрузий (Африканда, Вуориярви) наблюдается последовательная смена массивных крупнозернистых рудных пироксенитов внутренних их частей мелкозернистыми, нередко обогащенными апатитом и титанитом, пироксенитами периферических зон и далее – нефелиновыми и полевошпатовыми разновидностями в приконтактовых с фойдолитами участках.

Главным пороодообразующим минералом является моноклинный пироксен (титанистый авгит-диопсид – в первичных нормальных и рудных пироксенитах, диопсид-авгит – в нефелиновых разностях). В переменных количествах в пироксенитах присутствуют титаномагнетит, ильменит, перовскит, апатит, иногда – флогопит, нефелин, анортоклаз. В качестве примеси встречаются обыкновенная роговая обманка (реже паргасит), титанит, меланит, хлорит, кальцит, цеолиты, пренит, сульфиды.

Мелилитолиты представлены в составе массивов Кольского полуострова турьяитами. Б. В. Афанасьев [32] рассматривает турьяиты в качестве производных щелочного этапа, отмечая постепенные «расплавчатые» контакты между ними и ийолитами. Турьяиты известны на самых крупных массивах ковдорского комплекса (Турьего мыса, Ковдорский, Салмагорский). Равновесную ассоциацию в породах образуют нефелин, мелилит и пироксен. В переменных количествах всегда присутствует флогопит, но он образовывается позже, развиваясь на границах зерен нефелина, мелилита и пироксена, замещая их. Сам мелилит может замещаться шорломитом. Структура пород гипидиоморфнозернистая, длиннопризматические кристаллы пироксена не обогащаются эгирином по периферии. Нефелин, как правило, ксеноморфен. В качестве аксессуариев в породах могут присутствовать магнетит, перовскит, апатит.

Фойдолиты присутствуют во всех массивах комплекса. Обычно слагают кольцевые или серповидные интрузивные тела в периферических, реже центральных, зонах (Салмагорский). Некоторые массивы, преимущественно формировавшиеся в верхнем структурном ярусе (близповерхностные

по залеганию камеры), почти целиком сложены щелочными породами. Преобладают ийолиты. Мельтейгиты отличаются директивными текстурами и хорошо выраженной трахитоидностью, чаще тяготеют к краевым частям интрузий, уртиты – к внутренним.

Главными компонентами пород ийолит-мельтейгитовой серии являются пироксен и нефелин (12–13% кальсилитового компонента). Количественные соотношения этих минералов определяют видовую принадлежность пород, варьирующих по составу от якупирангитов и мельтейгитов до анхимонотических нефелиновых уртитов. В качестве примесей в породах присутствуют альбит, микроклин, биотит, меланит, апатит, перовскит, титанит, титаномагнетит, сульфиды, редко – оливин, обыкновенная роговая обманка, арфведсонит, гастингсит и волластонит. Широко представлены продукты изменения нефелина.

Фоскорит-карбонатиты проявлены во всех массивах ковдорского комплекса, но только в некоторых из них (Ковдор, Вуориярви, Турьего мыса, Салланлатва) образуют крупные тела. На остальных массивах породы этой фазы слагают маломощные тела или жилы. Фоскориты, с которыми связан максимально разнообразный спектр полезных ископаемых комплекса, развиты только в полнопроявленных интрузиях.

Для массивов ковдорского комплекса выделяются четыре основные группы карбонатитов. Каждой из них присущ соответствующий набор фоскоритов – эгирин-биотит-кальцитовые карбонатиты, форстерит-флогопит-кальцитовые, амфибол-кальцитовые карбонатиты с тетраферрифлогопитом (редкометалльные), доломитовые, анкеритовые, сидеритовые карбонатиты. Связанные с карбонатитами меланократовые породы с преобладанием силикатных, оксидных фаз и апатита (фоскориты и их производные) характеризуются чрезвычайно пестрым составом. Они чаще всего являются рудами. К ним относятся апатит-флогопит-диопсидовые породы, породы «флогопитового комплекса», кальцит-apatит-форстерит-магнетитовые руды, их редкометалльные разновидности и т. д.

Породы ультрамафитовой, мафитовой и щелочных фаз относятся к одному петрохимическому типу пород [271]. Для них характерна недосыщенность  $\text{SiO}_2$ , обогащенность Fe, Mg, сильными основаниями. Вследствие этого Ti в процессе кристаллизации выступает в качестве кристаллохимического заместителя Si, что приводит к возникновению перовскита и титаномагнетита, играющих часто роль породообразующих минералов. Все породы обогащены Ca и щелочными металлами, причем Na преобладает над K. Даже оливиниты обогащены этими элементами, фиксирующимися в минералах группы перовскита, редко – мелилита.

Породы всех фаз содержат одинаковый набор элементов-примесей (Sr, Ba, Zr, Nb, Ta, TR, Ga, Be, Sc и т. д.), количество которых закономерно изменяется от оливинитов к пироксенитам и далее к щелочным породам и их пегматитам: повышается концентрация Ba, Sr, TR, Nb, Ta, Be, снижается содержание Cr, Ni, Co, Sc. Индикаторные отношения геохимически родственных элементов ( $\text{Nb/Ta}$ ,  $\text{Zr/Hf}$ ,  $\text{TR}_{\text{Ce}}/\text{TR}_{\text{Y}}$  и др.) в этом ряду изменяются закономерно, свидетельствуя о комагматичности пород.

Показательные отношения, включая мультипликативные ( $\Sigma\text{Fe}/\Sigma\text{Fe}+\text{Mg}$ ,  $\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ ,  $\log(\text{TiNbSrTR}/(\text{CrNi})^2)$ ,  $\log(\text{NbSr}/\text{CrNi})$ ), составляют для оливинитов ковдорского комплекса 0,32; 0,1; 2,08; 1,59 соответственно, для пироксенитов: 0,45; 0,25; 2,91; 0,51. Анализ концентраций редких элементов показывает, что оливиниты и пироксениты, несмотря на различие в уровнях содержания, характеризуются общностью типа распределения, присущего выплавкам из деплетированной мантии.

Радиологический возраст для петротипа ковдорского комплекса – Ковдорского массива – составляет (Rb-Sr) 373–376 млн лет, (U-Pb) 380–382 млн лет, т. е. преимущественно соответствует среднему–верхнему девону. Для остальных массивов возраст варьирует от 354–357 (K-Ar, Салланлатва) до 406, 408, 410 (Rb-Sr, Кандагуба, Себльяр) и до 416 (Sm-Nd, Кандагуба) млн лет [149, 427, 15].

Расположение массивов ковдорского комплекса контролируется зонами активизации палеозойского возраста – Кандалакшской и Саланлатва-Ивановской с ее Ковдорской, Кандагубской и Хибино-Контозерской ветвями. При этом прослеживается своего рода латеральная зональность в расположении массивов относительно центра магматической активности последней зоны (системы). Она выражается в том, что полнопроявленные интрузии наиболее удалены от центра системы, которым является Хибинский плутон.

В состав комплекса условно включен Кургинский массив, расположенный в центральной части Кольского полуострова в 2,5 км к северо-востоку от Ловозерского плутона. Локализация массива контролируется Хибино-Контозерской ветвью Саланлатва-Ивановской ПЗ. Площадь массива ~30 км<sup>2</sup>, большая его часть скрыта водами оз. Ловозеро. Массив залегает в толще архейских гнейсов кольской серии и гранитоидов. Контакты с гнейсами не вскрыты и намечены по геофизическим данным. В плане массив имеет форму сильно вытянутого эллипса с длинной осью около 9 км, ориентированной субширотно.

Согласно В. В. Проскуракову и С. И. Заку [392], Кургинский массив является двухфазной концентрически-зональной интрузией центрального типа. Породы первой интрузивной фазы слагают периферическую кольцевую зону массива и представлены оливинитами, перидотитами и пироксенитами, в сумме составляющими 80% объема массива. Ко второй фазе отнесены преимущественно щелочные по составу сиениты, образующие вертикальный шток (9~1,7 км<sup>2</sup>) в центральной части интрузии. На контакте двух фаз возникли реакционно-метасоматические амфибол-пироксеновые и пироксен-биотитовые породы с магнетитом. Сообщество пород Кургинского массива отличается от ряда пород, слагающего ковдорский комплекс, присутствием перидотитов, плагиопироксенитов, щелочных габброидов. По своему содержанию породы кургинского комплекса более отвечают серии пород субщелочное габбро–тералит–уртит–фойяит, включающей в себя также ультрабазиты и базиты. По своим петрохимическим характеристикам породы кургинского комплекса занимают промежуточное положение между щелочно-габброидной и щелочно-ультрамафитовыми

сериями, однако большую меру сходства они имеют со щелочно-габбродными породами.

В настоящее время получены Rb-Sr датировки (порода + минералы) по пироксенитам Курги –  $404 \pm 12$  млн лет [14, 526].

### **Хибино-ловозерский фойдолитов–агпайтовых нефелиновых сиенитов плутонический комплекс.**

Комплекс представлен крупнейшими щелочными интрузиями мира – Хибинским и Ловозерским массивами (Хибино-Ловозерская СФЗ). Массивы расположены в центральной части Кольского полуострова, разделяясь 5-километровой зоной архейских образований. Вмещающими породами Хибинского массива являются тоналиты, трондьемиты, гранодиориты, гнейсы кольского метаморфического комплекса архея и раннепротерозойские породы Имандра-Варзугской СФЗ, Ловозерского – метаморфические гнейсы кольского комплекса. Породы кольского метаморфического комплекса в контакте с массивами превращены в фениты, а Имандра-Варзугской СФЗ – ороговикованы. Расположение массивов контролируется зоной палеозойской активизации, для которой они являются центром. Многочисленные датировки, выполненные за последнее десятилетие для пород хибино-ловозерского комплекса Rb-Sr, Sm-Nd, Pb-Pb методами [11, 21, 149, 203, 541, 542], вписываются в интервал 347–404 млн лет.

При относительной близости составы пород, слагающих плутоны, заметно различаются. Основной объем пород Хибинского массива относится к серии щелочной сиенит–хибинит–фойяит–рисчоррит–фойдолит; Ловозерского – фойяит–уртит–луяврит–двуфельдшпатоидный сиенит [298]. Различие в структуре плутонов также существенно: породы главных серийных разновидностей Ловозерского массива залегают субгоризонтально и проявляют признаки расслоенности, Хибинский же плутон представляет собой концентрически-зональную полифазную интрузию [138, 204, 496].

Хибинский плутон приурочен к системе глубинных разломов, ограничивающих Имандра-Варзугскую структуру. Площадь его  $1327 \text{ км}^2$ , в плане он имеет изометричную форму. Коническо-кольцевое строение плутона сохраняется в пределах, доступных для наблюдений глубин – до 12,5 км. Восточный контакт массива субвертикален до глубин 3–4 км с тенденцией к резкому выполаживанию на глубине 4–5 км. Западный и южный контакты имеют падение к центру под углом  $65\text{--}70^\circ$  до глубины 4 км. В интервале 4–6 км положение контакта более пологое ( $30^\circ$ ), но ниже уровня 7 км угол падения контакта увеличивается до  $50\text{--}60^\circ$  [13].

Внутренняя структура Хибинского массива имеет зонально-кольцевое строение. Его периферическая часть сложена породами краевой серии – щелочными сиенитами (умптекитами), средне-мелкозернистыми нефелиновыми сиенитами и породами двух главных фаз периферической части – массивными крупнозернистыми и трахитоидными хибинитами. Центральная часть массива, сложенная неравномернозернистыми нефелиновыми сиенитами и фойяитами, отделена от внешней дугообразным телом, образованным породами ийолит-уртитового ряда с нефелин-апатитовыми породами (рудами), кальсилитовыми нефелиновыми сиенитами (рисчорритами) и ювитами.

Ловозерский массив площадью 650 км<sup>2</sup> сложен породами, преобладающая масса которых возникла в две главные фазы. В одну из них образовался первичнорасслоенный комплекс пород, представленный луювритами, фойяитами, урритами и получивший название «дифференцированного» комплекса, в другую – внедрилась интрузия, сложенная эвдиалитовыми луювритами.

Ловозерский плутон, согласно результатам трехмерного плотностного моделирования [13], на глубине более 2 км состоит из двух зон, резко различающихся по плотности: юго-западной, сложенной породами с плотностью 2660–2750 кг/м<sup>3</sup>, и северо-восточной с плотностью пород выше 2800 кг/м<sup>3</sup>. Юго-западная часть массива до глубины не менее 10 км сложена, по-видимому, агпайтовыми сиенитами. В центральной части массива, в районе оз. Сейдявр, установлена локальная аномалия силы тяжести, отвечающая телу щелочных и анальцимовых сиенитов с плотностью 2580–2630 кг/м<sup>3</sup>. Юго-восточный, южный и западный контакты массива в зоне развития нефелиновых сиенитов до глубины 4 км субвертикальны, на более глубоких горизонтах с уровня 8–10 км наблюдается их выполаживание. Северный и северо-западный контакты имеют более пологое залегание: у поверхности угол падения варьирует в пределах 50–60°, ниже, на глубине 4–5 км составляет 30–40°. На еще более глубоких уровнях положение контакта субвертикально до глубины 9–10 км.

Имеющиеся данные позволяют выделить на геологической карте и в легенде в составе хибино-ловозерского комплекса ранние и поздние магматические фазы.

### *Хибинский массив*

**Ранние магматические фазы** ( $\phi\xi D_3-C_1hl_1^{(A)}$ ) представлены породами ийолит-урритового ряда с нефелин-апатитовыми породами (рудами), кальцитовыми нефелиновыми сиенитами (рисчорритами) и ювитами, неравномернозернистыми (средне- и мелкозернистыми) нефелиновыми сиенитами, а также фойяитами, слагающими внутреннюю зону. Для алюмосиликатной составной части фельдшпатоидных сиенитов Хибинского массива характерна ведущая роль нефелин-калишпатового парагенезиса (80–90% объема пород) в сочетании с такими цветными минералами, как эгиринавит (умптекиты), эгирина-салит (хибиниты), Al-катафарит (фойяиты) и биотит (рисчорриты). Эгирина и арфведсонит присутствуют в этих породах, но они обычно образуются на позднемагматической (автометасоматической) стадии их кристаллизации.

Параллельно с изменчивостью парагенезиса алюмосиликатных минералов изменяется набор акцессорных минералов. Если в ранних щелочных сиенитах (умптекитах) они представлены апатитом, титанитом, ильменитом, титаномагнетитом и цирконом, то в более поздних хибинитах и фойяитах к титаниту присоединяется энигматит, лампрофиллит, астрофиллит, эвдиалит, рамзаит, ринкит и др. Для рисчорритов, помимо перечисленных акцессорных минералов, характерно появление целого ряда редких калий- и натрийсодержащих титано-, цирконосиликатов, и силикофосфатов

(ферсманит, щербаковит, вадеит, ломоносовит, юкспорит, расвумит и др.), образовавшихся на поздне- и постмагматической стадии кристаллизации рисчорритов.

Породы Хибинского массива попадают в область магматических образований среднего состава ( $\text{SiO}_2$  от 50,9 до 64,9%) и только рисчорриты – основного. При этом от ранних членов интрузивных серий к поздним снижается кремнекислотность и возрастает суммарная щелочность (14,46–17,31%). Подобное изменение происходит на фоне увеличения содержания глинозема (17,4–22,4%) при незначительных колебаниях отношения закисного и окисного железа (0,61–1,04). Коэффициент агпайтности ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , мол.%) хибинитов составляет 1,10, фойяитов – 1,06, кальсилитовых сиенитов и ювитов – 1,14. Для миаскитов  $K_a$  колеблется в пределах 0,91–0,98. В отличие от агпайтовых сиенитов, в их нормативном составе (CIPW) присутствует 1–5% *ap*, при отсутствии *ac*, характерного индикаторного компонента нефелиновых сиенитов Хибин. Ведущие петрохимические отношения показывают, что степень насыщения пород (от ранних к поздним) щелочами несколько возрастает. Более существенно изменяется соотношение натрия и калия в сторону увеличения последнего (3,31–1,23). Для всех хибинских пород характерна повышенная глиноземистость, величина  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$  в основном колеблется от 15 до 11. Распределение микроэлементов в сиенитах Хибинского массива показывает их обогащенность некогерентными элементами. Более высокий уровень содержания Ti, P, TR, Sr и Ba типичен для ийолит-уртитовых пород.

К ранней фазе относятся дайки комптонитов (заложение и развитие Хибинской кальдеры), изотопный возраст которых (Ar-Ar метод)  $388 \pm 6$  млн лет [21].

**Поздние магматические фазы** ( $\text{EuD}_3\text{-C}_1\text{hl}_2^{(A)}$ ). Породы этих фаз занимают не менее 30% объема Хибинского массива. Они включают перидотиты, пироксениты, мелилитолиты, мельтейгиты, ийолиты, карбонатиты. В Хибинском массиве эти породы присутствуют в виде крупных останцов и ксенолитов в нефелиновых сиенитах внешней зоны плутона, слагают кольцевое в плане тело ийолитов–мельтейгитов и образуют шток карбонатитов в его восточной части.

Среди пород поздних магматических фаз преобладают перидотиты и пироксениты. Минеральный состав (%): оливин – 50–70, клинопироксен – 20–40, флогопит – 5–10, амфибол – 1–5, магнетит, ильменит, апатит, шорломит, а также индикаторные минералы щелочно-ультраосновной серии: монтичеллит, перовскит, клиногумит. Оливин в перидотитах представлен магнезиальными членами, варьирующими по составу  $\text{Fa}_{9-23}$ . Клинопироксен относится к группе Ca-Mg-Fe разновидностей и соответствует по составу диопсиду. По содержанию главных видообразующих оксидов, а также по типу зональности пироксены сходны с таковыми из однотипных пород ковдорского комплекса.

Мелилитовые породы в Хибинском массиве представлены ункомпагридами и слюдяными мелилитолитами. В последних содержание мелилита достигает 70%. Мелилит образует как идиоморфные выделения, так и ой-кокриты, в которые включены зерна магнетита, флогопита, монтичеллита,

клинопироксена, перовскита и апатита. По сравнению с ковдорскими хибинские мелилиты характеризуются более высоким отношением  $Mg : Fe$  (6,68–11,4). Мельтейгиты, оливинсодержащие мельтейгиты, ийолиты в Хибинском массиве образуют интрузивные тела, пространственно ассоциирующиеся с породами апатитоносной продуктивной зоны. Ийолиты–мельтейгиты, прослеживающиеся в виде непрерывной полосы в пределах всего массива, формируют две толщи в подрудной и надрудной частях разреза. Породы ийолит-мельтейгитового ряда при некоторых отличиях в целом сходны по составу с аналогами ковдорского комплекса [10, 12]. Среди ийолит-мельтейгитов Хибин выявлены оливинсодержащие разновидности. Оливин в них ( $Fe_{15-20}$ ) образует крупные корродированные фенокристаллы.

Карбонатиты образуют шток в восточной части Хибинского плутона. Центральная часть карбонатитовой, интрузии сложена кальцитовыми и более поздними манган-кальцитовыми карбонатитами, прослеженными до глубины 2,5–3 км. Карбонатитовый шток представляет собой сложное по составу брекчированное тело, в котором карбонатизированные силикатные породы брекчируются альбит-кальцитовыми и биотит-кальцитовыми карбонатитами, а затем пересекаются штоком позднеманган-доломитовых и манган-анкеритовых жил.

Характерной чертой перидотитов является их повышенная щелочность ( $K_2O + Na_2O = 2,71-5,16$  мас. %). Пересчеты показывают присутствие в перидотитах и пироксенитах нормативного лейцита (1–3%), нефелина (3–4%). Как и перидотиты, мелилитолиты содержат в норме лейцит и нефелин. Фоидолиты по сравнению с ковдорскими демонстрируют более высокую щелочность. Распределение элементов-примесей также показывает, что степень их обогащенности некогерентными элементами выше. Возможно, формирование пород рассматриваемого подкомплекса было осложнено процессом смешения с нефелинитовыми магмами, давшими начало основному объему пород хибино-ловозерского комплекса [13].

Верхний предел возраста определяется временем внедрения трубок меланефелинитов в Хибинском массиве и отвечает  $358 \pm 31$  млн лет (Rb-Sr метод) и  $362 \pm 91$  млн лет (Sm-Nd метод) [11],  $363,4 \pm 0,8$  (Ar-Ar метод, флогопит) и  $362 \pm 11$  млн лет (Rb-Sr, изохронный) [21].

### *Ловозерский массив*

**Ранние магматические фазы** ( $\phi_{\xi}D_3-C_1hl_1^{(B)}$ ). Ритмичная кристаллизационная дифференцированность пород позволяет рассматривать Ловозерский массив в ряду классических расслоенных интрузий. Расслоение фиксируется ритмичным чередованием в вертикальном сечении многочисленных слоев (горизонтов) пород с различным соотношением нефелина, полевого шпата и эгирина. Кристаллизационная дифференциация происходила в таких масштабах, что переслаивание пород выражено на всей площади плутона, хотя мощность отдельных слоев (пластов) изменяется.

Уртиты, фойяиты, луявриты залегают согласно и обычно связаны между собой переходами через полевошпатовые уртиты, ювиты и лейкократовые луявриты. Исключение составляет резкая граница между прослоями

уртитов и подстилающих их луювритов. Мощность первичных расслоенных пород изменяется от 1440 до 1700 м. В пределах подкомплекса выделяется более 200 прослоев (пласты, горизонты), из которых луювритам принадлежит – 97, фойяитам – 64, уртитам – 13 и ювитам – 29. Слои перечисленных пород чередуются в строго определенных интервалах разрезов, входя в состав неоднократно и ритмически повторяющихся трехчленных (уртит–фойяит–люуврит) и двучленных (фойяит-люуврит) пачек. В строении рассматриваемого комплекса четко выделяются три зоны с различной степенью расслоения.

Считается, что образование и заложение кальдеры Ловозерского массива происходило одновременно с внедрением массива Курга около  $404 \pm 10$  млн лет (Rb-Sr изохронный) [21].

**Поздние магматические фазы** ( $\phi \xi D_3 - C_1 h l_2^{(B)}$ ). В поздние фазы формирования Ловозерского плутона произошло внедрение щелочного расплава, отвечающего по составу эвдиалитовым луювритам. Они образуют пологозалегающее интрузивное тело, приуроченное к верхней части массива. В его западной и центральной частях мощность эвдиалитовых луювритов достигает 600 м, а в восточной – уменьшается до 200 м. Первично расслоенное строение проявлено во всем объеме. В вертикальном разрезе чередуются прослои мелано-, мезо- и лейкократовых эвдиалитовых луювритов, связанных постепенными взаимопереходами. Они слагают около 90% объема подкомплекса. Фойяиты, уртиты и ювиты играют подчиненную роль. Их прослои располагаются на разных гипсометрических уровнях и нередко выклиниваются по простиранию.

Пойкилитовые нефелин-содалитовые сиениты и их пегматиты завершают формирование Ловозерского плутона. Они являются продуктами длительной дифференциации щелочного магматического расплава, пересыщенного щелочами (особенно натрием) и обогащенного летучими компонентами, что обусловило чрезвычайное разнообразие минерального состава этих пород. Науйиты составляют 5–7% от общего объема пород массива, сосредоточены преимущественно в его южной половине, где известно не менее 100 тел площадью от десятков и сотен м<sup>2</sup> до 1–2 км<sup>2</sup>. Форма тел крайне разнообразна: от крупных межпластовых и секущих интрузий до сложноветвящихся жильных тел, мелких линз и различных иных обособлений. Многие из этих тел тяготеют к зонам внешнего и внутреннего контактов. Однако главная их масса находится среди эвдиалитовых луювритов, где они группируются в нечетко выраженные линейные зоны.

От ранних интрузивных фаз к поздним в породах Ловозерского массива намечается следующее изменение парагенезисов щелочных алюмосиликатных минералов: науйкозит-нефелин-калишпатовый, нефелин-калишпатовый или существенно нефелиновый (ранние фазы), нефелин-альбит-калишпатовый и нефелин-содалит-калишпатовый (поздние фазы). Также намечается последовательная смена цветных компонентов, а именно: эгириин-салита и гастингсита, эгирином и арфведсонитом (ранние фазы), эгирином и эвдиалитом, эгирином и Fe-арфведсонитом (поздние фазы).

Одновременно с этим изменяется набор ведущих аксессуарных минералов. Так, типичные для миаскитовых нефелиновых сиенитов ранних фаз –

циркон, титанит, апатит, титаномагнетит в поздних магматических фазах представлены эвдиалитом, лампрофиллитом, рамзаитом, мурманитом и др., а в ультрааппаитовых породах – виллиомитом, нептунитом, эвдиалитом, ловозеритом, чкаловитом и др.

Характерно направленное изменение химизма. Так, прослеживается уменьшение кремнекислотности пород (56,79–42,50 мас. %) и возрастание суммарного количества щелочей (14,07–19,16 %). Нарастает и степень насыщенности щелочами, достигая максимума в эвдиалитовых лувриритах ( $K_a = 1,35$ ), а также в науяитах ( $K_a = 1,32$ ) и тавитах ( $K_a = 1,3–1,6$ ). Характерно, что в этих магматитах увеличивается роль Na среди щелочей ( $Na_2O/K_2O = 4,5–21,0$ ) и повышается значение окисного железа среди мафических компонентов.

Геохимическое своеобразие пород Ловозерского массива определяется прежде всего щелочами, особенно Na. Он, по-видимому, удерживал в аппаитовом расплаве летучие компоненты ( $P_2O_5$ , F, Cl, S), концентрация которых значительно возрастает в породах поздних фаз. Содержание летучих и особенно Cl достигает максимума (2,27–3,1 %) в науяитах–тавитах, где он входит в состав главного породообразующего минерала – содалита. Важной геохимической чертой пород является обогащенность даже самых ранних интрузивных образований Zr, Nb, Ta, TR. Концентрация этих элементов значительно возрастает в поздних интрузивных дифференциатах: Zr – на 2–3 порядка, Nb и Ta – в 2–3, а TR – в 5–6 раз [298] Необходимо отметить, что ловозерские аппаитовые сиениты значительно обогащены по сравнению с хибинскими TR, Zr, Nb, Ta и Hf [542].

Завершение магматизма в Ловозерском массиве отражается в формировании пегматитовых микроклин-альбитовых жил с возрастом  $359 \pm 5$  (циркон, SHRIMP) и сиенитов в его центральной части  $-347 \pm 8$  (U-Pb, циркон) млн лет [21]. Изотопные датировки свидетельствуют о более раннем ( $D_1$ ) заложении кальдеры Ловозерского массива в сравнении с Хибинским.

## Позднерифейская – раннекарбоновая эры

**Кандалакшский пикрит-мелилитит-фоидит-кимберлит-карбонатитовый гипабиссальный комплекс** ( $tRF_3-C_1kd$ ,  $T\omega RF_3-C_1kd$ ) объединяет многочисленные (более 1000) полисерийные и полихронные дайки и трубки взрыва, которые образуют несколько крупных автономных роев (кустов) в Кандалакшской ПЗ – Неблогорский, юго-запада Кольского полуострова, побережья Белого моря (Кандалакшский, Кандагубский, Турьего мыса, Терского берега).

В составе кандалакшского комплекса, согласно возрастной и генетической классификации А. С. Рухлова [409], выделяются следующие серии пород: ранняя, кандагубская, кандалакшская, турьинская, кимберлитовая (терская).

Ранняя (позднерифейская) диатремово-дайковая серия с возрастом (Rb-Sr)  $618 \pm 8,1$  млн лет и (Sm-Nd)  $641 \pm 10$  млн лет представлена дайками и трубками взрыва щелочных пикритов, оливиновых мелилититов, альнеитов, айлликитов, карбонатитов, распространенных во всех дайковых кустах

Кандалакшской ПЗ. Дайки этой серии имеют субвертикальное залегание и преимущественно субмеридиональное простирание. Особенностью даек и трубок взрыва ранней серии является присутствие в них многочисленных ксенолитов, в том числе глубинных. Большой известностью в этой связи пользуется трубка на острове Еловый в Кандалакшском архипелаге, сложенная брекчией оливин-мелилититового состава.

К ранней серии, возможно, следует отнести трубки взрыва оливин-мелилититов и пикритов Терского берега. Возраст первых определен по флогопиту К-Аг методом и составляет  $620 \pm 50$ ,  $465 \pm 35$  млн лет [223]. Одна датировка показала возраст  $382 \pm 14$  млн лет [531]. Оливиновые мелилититы составляют наиболее многочисленную группу тел на Терском берегу (19 трубок и 8 даек). Для всех трубок характерно двухфазное строение. Ранняя взрывная фаза, слагающая периферические части трубок, представлена красноцветной туфобрекчией мелилититов с обломками вмещающих пород в цементе, состоящем из мелилита, кальцита, цеолитов, хлорита и магнетита. В более позднюю фазу сформированы собственно оливин-мелилититы и их автолитные брекчии. Для последних характерно наличие округлых включений порфирированного мелилитита диаметром до 1 см. Как в оливин-мелилититовых, так и в оливин-пироксеновых разностях фенокристы серпентинизированного оливина (и клинопироксена) располагаются в мелкозернистой основной массе часто флюидальной текстуры. Второстепенные минералы представлены апатитом, перовскитом, титанитом, лопаритом, рутилом. Среди аксессуарных присутствуют бесхромистые альмандины, малохромистые пироп-альмандины, хромдиопсиды ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  1,24%), низкомагнезиальные разности хромитов и алюмохромиты.

Пространственно с мелилититами сопряжены тела ультраосновных фойдитов (10 трубок и 13 даек). Возраст их не определялся. Как и тела мелилититов, они сформированы в две фазы: ранняя представлена красноцветными туфобрекчиями, в которых обломки песчаников, гранитов, ксенокристов кварца, полевого шпата заключены в слюдисто-серпентин-карбонатный цемент. В позднюю фазу образовались собственно фойдиты, представленные (оливин)-клинопироксеновыми разновидностями. Черты состава свидетельствуют о сходстве этой группы пород со щелочными пикритами и оливин-мелилититовыми меланефелинитами, описанными среди даек Турьего мыса и в других кустах.

Палеозойские дайки в районе Кандалакши (дайки других роев, как правило, не датированы) внедрились в две стадии. Кандагубская серия представлена дайками (включая и брекчиевидные разности) нефелинитов, фонолитов, трахитов, Са- и Fe-карбонатитов. Дайки этой серии преимущественно пологие и срезают породы одноименного карбонатитового массива. Их возраст по Rb-Sr датировке составляет  $406 \pm 35$  млн лет, Sm-Nd –  $416 \pm 53$  млн лет. Характерной особенностью этой дайковой серии является лампрофировый облик пород, кристаллизация ликвидусного карбоната и присутствие карбонатитов.

Кандалакшская серия представлена дайками лимбургитов, авгититов, мончикитов, камптонитов, фурчитов, нефелинитов. По геологическим данным, она моложе кандагубской серии. По К-Аг ситематике ее возраст

оценивается в 390–360 млн лет. Залегание даек идентично телам ранней серии. Специфику этой серии определяет присутствие плагиоклазовых пород – камптонитов – и типичных лампрофиров (биотитовых мончикитов, фурчитов).

Дайки турьинской серии сложены нефелиновыми мелилититами, оливиновыми, оливин-мелилитовыми меланефелинитами, мелилитовыми нефелинитами, нефелинитами, Са-карбонатами. Возраст, определенный Sm-Nd методом, составляет  $333 \pm 75$  млн лет. Дайки залегают субвертикально и субмеридионально, что рознит их с жильной (сининтрузивной) свитой Турьинских карбонатитовых массивов. В отличие от палеозойских даек Кандалакшского куста, в составе турьинской дайковой серии нет лампрофиров.

Кимберлитовые трубки Терского берега образуют самостоятельную серию. Их возраст оценивается K-Ar методом по флогопиту в 337–384 млн лет [223], Rb-Sr –  $393 \pm 25$  млн лет и  $406 \pm 20$  млн лет [149]. Кимберлиты выявлены в двух трубках, имеющих размеры в плане  $30 \times 40$  м и  $100 \times 100$  м.

В наиболее крупной из них, Ермаковской-7, отмечаются две фазы внедрения. Породы ранней фазы – «кратерной фазии» [223] слагают верхнюю часть трубки, мощность их до 20 м. Представлены массивными мелкозернистыми оливин-флогопитовыми кимберлитами, имеющими постепенные переходы с породами второй фазы («жерловой фазии»).

Порфиroidные вкрапленники серпентинизированного оливина (30%) погружены в тонкозернистый агрегат чешуек флогопита, серпентина, кальцита, магнетита, нередки радиально-лучистые скопления кристаллов апатита. Основной объем трубки выполнен массивными среднезернистыми оливин-флогопитовыми кимберлитами второй фазы. Порфиroidные выделения округлых зерен серпентинизированного оливина (25–30%) погружены в карбонат-хлорит-оливин-флогопитовый базис. Оливин представлен как мелкими выделениями в составе основной массы, так и фенокристаллами (округлые крупные эвгдральные индивиды и субидиоморфные микрофенокристаллы). Центральная часть трубки прорвана штоком ( $10 \times 20$  м) массивного мелкозернистого слюдяного кимберлита красно-бурого цвета из-за присутствия в основной массе чешуек тетраферрифлогопита.

Помимо аксессуарного апатита и перовскита, в кимберлитах присутствуют барофильные минеральные фазы: хромистые пиропы, хромиты с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – 63,78%, хромдиопсиды с высоким содержанием юритового и омфацитового компонентов, алмазы.

Одинокaя дайка кимберлита известна в районе г. Кандалакша. Дайка характеризуется мощностью 1,0–1,5 м и обладает северо-западным простиранием и вертикальным падением. Кимберлит представлен монтичеллитовой разновидностью. Возраст пород (K-Ar, флогопит) составляет  $365 \pm 16$  млн лет [531].

В петрогеохимическом плане породы кандалакшского комплекса относятся к K-Na серии пород. Сумма щелочей варьирует от 0,2 до 11,7%, отношение  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  – от 0,3 до 4,5.  $\text{K}_2\text{O}$  преобладает над  $\text{Na}_2\text{O}$  в части пикритов, большинстве мелилититов и практически во всех кимберлитах, что согласуется с глубинностью выплавов. Петрогеохимический состав

различных типов пород соответствует их классификационным параметрам.

Кимберлиты Терского берега относятся к группе кимберлитов I и обнаруживают сходство химического состава со средним для слюдяных кимберлитов. В них отмечается повышенное содержание Mn (0,25–0,28 мас. %), а также аномально высокое – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1,20–3,49%, среднее 2,16%) и Sr (1138–2406 г/т, среднее 1733 г/т). Суммарное содержание железа в кимберлитах (в виде FeO) составляет 8,81–9,86 мас. %, отношение SiO<sub>2</sub>/MgO – 1,17–1,62, ΣFeO/TiO<sub>2</sub> – 7,3–8,3. Кимберлиты Терского берега занимают промежуточное положение между архангельскими кимберлитами железо-титанистой и глиноземистой сериями.

Трубки взрыва и дайки кандалакшского комплекса прорывают породы гетерогенного фундамента, представленного в основном раннеархейскими гнейсами, амфиболитами беломорской серии и гранитоидами раннепротерозойского возраста, а также вышележащую толщу песчаников терской свиты рифея мощностью 200–500 м.

Оливиновые мелилититы, пикриты и карбонатиты раннерифейского возраста близки к первичным расплавам; альнеиты и др. являются их лампрофировой фацией. Позднепалеозойские дайковые серии сильно дифференцированы, и только их наиболее мафические разности близки к первичным расплавам.

Возможно, часть даек следует рассматривать в составе поздне-постинтрузивных дайковых серий, связанных с массивами щелочных пород Автономность их проблематична. Подобные дайковые серии характерны для прочих щелочных массивов – Вуориярви, Озерной вараки, Ковдора, Хибин.

## МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

К метаморфическим образованиям отнесены породы, лишённые в результате метаморфических процессов первичных текстурно-структурных признаков, и их дометаморфическая природа является дискуссионной. Наблюдаемая стратификация может быть вызвана разными причинами и не является доказательством их первичного осадочного или вулканогенного происхождения. Следовательно, построенные разрезы нельзя рассматривать как нормальную стратиграфическую последовательность пород. Непосредственные соотношения метаморфических пород и стратиграфических образований не изучены. Изотопные датировки пород рассматриваются как время возникновения первичных (дометаморфических) пород, или проявления метаморфизма, для полиметаморфических образований – раннего метаморфизма. Таким образом, представления о возрасте метаморфических пород также дискуссионны. Возраст этих образований условно определяется как возраст раннего метаморфизма, возможно близкого ко времени накопления первичных пород.

В пределах листа распространены метаморфические образования саамско-лопийского, лопийского и людиковийско-калевийского возраста (табл. 6 и 7). Выделение метаморфических комплексов отражает как их возраст, так и наблюдаемые ассоциации пород.

## Саамско-лопийский метаморфический комплекс

**Гнейсовый метаморфический комплекс (gnSM–LP).** Этот сложный для восстановления генетической природы и возраста комплекс преимущественно представлен биотитовыми гнейсами, гранито-гнейсами и гнейсо-гранитами, а также биотит-амфиболовыми и амфибол-биотитовыми гнейсами, в подчиненном количестве амфиболитами и глиноземистыми гнейсами. Развита он только в пределах Карельской ПМЗ, и возраст его строго не определен.

Распределение главных компонентов комплекса неравномерное. Выделяются площади, сложенные в основном биотитовыми гнейсами с небольшим участием амфиболсодержащих гнейсов, и площади, где амфиболсодержащие гнейсы занимают преобладающее распространение, и с ними в этих случаях ассоциирует больше амфиболитов, иногда и глиноземистых гнейсов.

Наиболее типичные для данного комплекса биотитовые гнейсы представляют собой серые или розовато-серые лейкократовые среднезернистые породы плагиогранитного–гранитного состава. Они отличаются тонкой или грубой полосчатостью, обусловленной чередованием равностернистых лейкократовых и обогащенных биотитом тонких полос, либо мигматизацией светло-серым кварц-плагиоклазовым или розовато-серым и розовым кварц-плагиоклаз-микроклиновым жильным материалом.

Мигматизация и гранитизация, обычно не одной возрастной генерации, приводит к образованию гранито-гнейсов. Встречаются и массивные разновидности, представленные, очевидно, гранитоидами. В юго-западном и южном обрамлении Костомукшской структуры их происхождение устанавливается достоверно. Здесь выделяются массивы плагиогранитов и гранитов, которые могут являться для супракрустальных пород комплексом фундамента. При неоднократно наложенных деформациях и метаморфизме и те и другие разновидности превращены в типичные для этого комплекса биотитовые гнейсы. На некоторых участках с ними ассоциируют среднезернистые биотит-амфиболовые и амфибол-биотитовые гнейсы, по облику и составу сопоставимые с гнейсами, образующимися при деформациях и диафторезе эндрбитов.

Еще одна разновидность амфиболовых гнейсов образована при мигматизации амфиболитов. В этом случае отмечаются постепенные переходы амфиболитов в биотит-амфиболовые и амфибол-биотитовые гнейсы. Конечным членом этого ряда часто являются биотитовые гнейсы, более меланократовые относительно ранее описанных, за счет полос, обогащенных биотитом, ассоциирующим иногда с эпидотом и амфиболом, реже с кислым скаполитом.

Амфиболиты в составе комплекса занимают подчиненное положение. Обычно они наблюдаются среди амфиболовых и биотитовых гнейсов в виде реликтов, будин, линз, прерывистых прослоев, реже в виде выдержанных по простираению горизонтов(?), которые могут быть и метаморфизованными

дайковыми образованиями. Обычно это среднезернистые мезократовые породы с вариациями до меланократовых и анхимономинеральных (85–90% амфибола) разновидностей. В пределах Карельского блока распространены полевошпатовые, реже эпидотсодержащие и мономинеральные амфиболиты.

В северокарельском ареале весьма распространенными являются гранатовые амфиболиты, к тому же иногда содержащие клинопироксен, а также эпидот и скаполит. Амфибол в них преимущественно представлен обыкновенной роговой обманкой, но иногда отмечается и куммингтонит. По вещественному составу пород и степени метаморфизма закартированный в Северной Карелии гнейсовый комплекс представляется более сопоставимым с группой биотит-амфиболовых и амфиболовых гнейсов Беломорского комплекса, чем с гнейсами, распространенными в пределах Карельского геоблока.

Глиноземистые гнейсы в составе комплекса – явление редкое. Гнейсы имеют гранат-биотитовый или двуслюдяной состав, иногда со ставролитом и кианитом.

## Среднелопийская эра

### Беломорский метаморфический комплекс

Комплекс распространен в пределах Беломорской ПМЗ. В его в составе выделены хетоламбинский и лоухский подкомплексы, состоящие из толщ метаморфических пород. Толщи различаются прежде всего по составу слагающих их пород при отсутствии надежных данных об их происхождении, возрастных соотношениях и положении в разрезе докембрия Беломорья.

### Хетоламбинский метаморфический подкомплекс

**Биотит-амфиболовые, амфиболовые гнейсы (agLP<sub>2b</sub>).** Эта, наиболее представительная по площади группа пород в составе беломорского комплекса, включает пестрое сочетание разнообразных по петрографическим, петрохимическим и генетическим особенностям амфиболсодержащих гнейсов, не менее распространенных биотитовых гнейсов, а также амфиболитов и глиноземистых гнейсов.

Большое место среди пород этой группы занимают амфиболсодержащие гнейсы, образованные за счет мигматизации и ультраметаморфизма пород основного состава, представленных главным образом амфиболитами. В качестве примеров, где такое происхождение амфиболсодержащих гнейсов устанавливается достаточно определенно, можно привести район побережья Белого моря на отрезке о-ва Ивановы луды–д. Гридино–Великая губа и район губы Поньгома на Белом море и примыкающий с северо-запада район ст. Куземы, Воньги, Ундуксы. Обширные поля мигматитов сформировались здесь в условиях метаморфизма гранулитовой–высокотемпературной амфиболитовой фаций. Субстрат мигматитов представлен

разнообразными базитами – гранат-диопсидовыми амфиболитами, эклогитоподобными породами, в том числе кианитовыми эклогитоподобными породами, эклогитами, габбро-анортозитами. Отмеченные в беломорском комплексе находки карбонатных пород приурочены к этому комплексу.

Жильный материал мигматитов, составляющий до 70–80% общей массы, представлен контаминированными породами варьированного биотит-амфиболового и амфибол-биотитового состава с постоянно присутствующим гранатом. В качестве порообразующего минерала часто присутствует моноклинный пироксен, значительно реже – ромбический. Другими минеральными компонентами могут быть скаполит и эпидот.

Уже в пределах этих районов наложенные деформации и метаморфизм последующих периодов в значительной степени изменили состав и структурно-текстурные особенности пород – они становятся более крупнозернистыми, мигматизированными новыми генерациями жильного материала. Уровень метаморфизма снижается, гранат в них присутствует реже, чаще кристаллизуется эпидот, нередко скаполит (вместе с амфиболом он встречается в амфиболовых гнейсах, образованных по амфиболитам при мигматизации и гранитизации поздней генерации), признаки первичного происхождения завуалируются и утрачиваются. Однако совокупность признаков указывает на широкое распространение этой разновидности амфиболсодержащих гнейсов на юг к г. Беломорск и к северу в западной гнейсовой полосе.

Следующая генетическая разновидность амфиболсодержащих гнейсов представлена метаморфизованными интрузивными породами среднего состава – диоритами и кварцевыми диоритами до тоналитов, не выделяемых в настоящее время на геологических картах. Они являются возможными аналогами эндебитов соответствующего состава района оз. Нотозеро–оз. Ковдозеро. **Пример их распространения – район оз. Варламово в системе р. Кереть–оз. Кривас-озеро**, где они в основном представлены среднекрупнозернистыми амфиболовыми гнейсами (диоритами) с варьированным составом до амфиболитов (габброидов) и амфибол-биотитовых гнейсов (кварцевых диоритов–тоналитов).

Наиболее сохранившиеся породы – равномернозернистые, немигматизированные, состоящие из плагиоклаза (олигоклаза–андезина), обыкновенной густоокрашенной зеленой роговой обманки, темно-бурого биотита и кварца с редким гранатом и эпидотом. Подобные породы слагают о-в Елмангский на оз. Энгозеро, в серии обнажений они наблюдались в районе ст. Сумский Посад, на Беломорском побережье между Поньгомой и Калгалакшей и в других местах. Породы этой генетической разновидности амфиболовых гнейсов имеют пока меньшее распространение относительно предыдущих, но их дальнейшая идентификация сыграла бы большую роль в изучении геологического строения беломорского комплекса.

При мигматизации амфиболсодержащих гнейсов этой разновидности плагиомикроклиновым и микроклиновым материалом образуются микроклинсодержащие биотит-амфиболовые и амфибол-биотитовые гнейсы, близкие по облику и составу к амфиболсодержащим гнейсам еще одной генетической генерации, образованной при деформации и метаморфизме

гранодиоритов, сопоставимых с чарнокитоидами нотозерского и вичанского типов.

В наиболее сохранившемся виде это средне-крупнозернистые слабонейсовидные или массивные равномернозернистые или порфиоровидные породы с пятнистым гломеробластовым распределением темноцветных минералов – амфибола и биотита, реже граната. Более обычный их вид – интенсивно разгнейсованные разновидности с полосчататыми, прерывисто-полосчататыми, линзовидными и очковыми проявлениями плагиомикроклинового жильного материала среди тонких полос амфибол-биотит-кварц-плагиоклазового состава. Они состоят из кварца, плагиоклаза (олигоклаза–андезина), микроклина, грязно-бурого и зеленовато-бурого биотита и характерного для этой разновидности густоокрашенного голубовато-зеленого амфибола, соответствующего по составу гастингситу. В небольшом количестве содержатся гранат, эпидот, сфен, ортит и магнетит, образующий нередко кристаллы размером до 3–4 мм. Эти породы слагают небольшие массивы и дайки(?) в центральной части Западного Беломорья между оз. Энгозеро и Поньгомой, на побережье Белого моря в районах о-в Сыроватка–м. Моржовый и о-в Чернецкий–д. Летняя Река.

Как отмечалось ранее, в этой толще большой объем занимают биотитовые гнейсы. В западной части Беломорской структуры, в районе оз. Вингели, Верхнее и Нижнее Кумозеро, оз. Кутно устанавливается их образование по интрузивным породам выдержанного тоналит-плагиогранитного состава, слагающим небольшие массивы нередко с хорошо сохранившимися эруптивными контактами, отмеченными зонами, обогащенными ксенолитами вмещающих пород (оз. **Вингели**). Это **серые среднезернистые равномернозернистые или порфиоровидные** (оз. Кутно) биотитовые или амфибол-биотитовые породы с гнейсовой или массивной текстурами. Породы имеют плагиоклазовый состав, редкий микроклин имеет более позднее происхождение.

Сопоставимые с ними породы отмечаются и в центральной и восточной зонах беломорского комплекса – к северо-западу от ст. Амбарный (7–8 км по главной лесовозной дороге), севернее г. Кемь.

Другая разновидность биотитовых гнейсов, фиксируемая в поле распространения пород этой группы, по облику и составу сопоставима с выделенным на карте мигматит-плагиогранитовым комплексом. Такие породы распространены на участке Гридино–Калгалакша–Энгозеро и в ряде мест центральной и западной полосы. Но в последних с биотитовыми гнейсами в большем объеме ассоциируют амфиболсодержащие, глиноземистые гнейсы и амфиболиты.

Гранатовые, гранат-диопсидовые, полевошпатовые и эпидотсодержащие амфиболиты являются непременным компонентом этой группы. Более того, в ряде районов они явились субстратом, по которому при процессах мигматизации и ультраметаморфизма сформировалась одна из разновидностей амфиболсодержащих гнейсов. С амфиболитами тесно ассоциируют глиноземистые гнейсы, преимущественно средне-крупнозернистые ржавые гранат-биотитовые и кианит-гранат-биотитовые гнейсы. В западной части Беломорской структуры отмечаются ставролитсодержащие кианитовые

гнейсы, а также гнейсы своеобразного состава с полиминеральными парагенезисами – гранат–биотит–кианит–ставролит–мусковит–хлорит–плагиоклаз–кварц–турмалин, иногда с амфиболом.

В Енском районе наиболее крупные выходы пород этой толщи наблюдаются вдоль юго-западного берега Кандалакшского залива (к югу от пос. Лесозаводский), севернее оз. Толванд, а также в полосе северо-западного простираения от оконечности Кандалакшского залива в направлении финской границы. Реликтовые структуры, текстуры, петрохимические реконструкции состава указывают на преимущественно вулканогенную природу амфиболовых и биотит-амфиболовых гнейсов – метаморфизованных аналогов андезитов, дацитов и риолитов известково-щелочной серии и их туфов [57, 184].

Возраст метавулканитов (метаандезитов и метадацитов) рассматриваемого подкомплекса («хетоламбинского покрова» Беломорского подвижного пояса) датирован в 2880–2850 млн лет (U-Pb, циркон) [57]. Близкий возраст ( $2850 \pm 10$  млн лет) имеют и ассоциирующие с метавулканитами метадiorиты [532]. Однако, учитывая, что рассматриваемые породы являются полиметаморфическими и подверглись процессам ультраметаморфизма, изотопные датировки могут отражать не время формирования дометаморфического субстрата, а время его преобразования или не иметь геологического смысла.

**Амфиболовые гнейсы, амфиболиты (aLP<sub>2b</sub>).** Основу этой группы составляют амфиболиты, ассоциирующие с амфиболовыми, глиноземистыми и биотитовыми гнейсами. Подчиненную роль играют магнетитсодержащие и карбонатные породы.

В большей своей массе амфиболиты являются метаморфизованными толеитовыми, реже Fe-толеитовыми базальтами.

По базитам возникают гранатовые и гранат-диопсидовые амфиболиты. Последние при уменьшении содержания амфибола переходят в породы гранат-диопсид-плагиоклазового состава.

Отмечаются находки пород с парагенезисами высокопиропистый гранат–омфацит и кианитовые эклогитоподобные породы (район д. Гридино). Парагенезисы в метабазитах являются хорошими информаторами о смене барических условий метаморфизма. При снижении давлений в эклогитах и кианитовых эклогитоподобных породах по омфациту образуются симплектиты плагиоклаза и диопсида, а затем амфибола, по гранату и кианиту развивается плагиоклаз.

В гранатовых амфиболитах происходит замещение граната плагиоклазом с амфиболом и/или биотитом с постепенным переходом пород в полевошпатовые разновидности. Однако далеко не все полевошпатовые амфиболиты образовались по гранатовым. Плагиоклаз в амфиболитах обычно представлен андезином (31–47% An), типичными второстепенными минералами являются скаполит и эпидот, содержание последнего может быть высоким. Более того, среди амфиболитов часто встречаются линзовидные обособления, полосы или будины эпидозитов или эпидотовых бластолитов (по К. А. Шуркину), образовавшихся, по-видимому, по анортозитам.

В целом для амфиболитов характерна полосчатость за счет первичных вариаций состава, структурно-метаморфических преобразований, мигматизации, метасоматоза и других факторов. В результате полосчатость имеет самые разнообразные проявления, среди которых в ряде районов (Гридино, о-в Олений, Поньгома, Кемь) весьма характерной является полосчатость, обусловленная чередованием гранатовых амфиболитов и эклогитоподобных пород.

Мигматизация в основном сказывается проявлением стадийной гранитизации с образованием амфиболсодержащих гнейсов среднего–кислого состава. Породообразующие Fe-Mg минералы гранатовых амфиболитов – амфиболы, гранаты, клинопироксены имеют варьирующий состав, но парагенетический анализ устанавливает закономерность в его изменении и его соответствие определенным P-T-условиям метаморфизма [114, 115].

Ассоциирующие с амфиболитами амфиболсодержащие гнейсы являются вероятными метаморфическими аналогами андезитов, диоритов и кварцевых диоритов и гнейсами, образовавшимися в результате мигматизации, гранитизации и деформаций по амфиболитам. Биотитовые гнейсы в основном, вероятно, образовались по плагиогранитам и гранитам. Весьма характерным является сообщество амфиболитов с глиноземистыми гнейсами. В ряде конкретных случаев устанавливается их происхождение за счет амфиболитов (ст. Энгозеро, Шуерецкое), ультраосновных (оз. Нигрозеро), кислых и средних вулканитов (п-ов Вичаны), но чаще их первичная природа остается неизвестной. Представлены они ржавыми гранат-биотитовыми и кианит-гранат-биотитовыми гнейсами с соответствующими вариациями состава, характерными для той или иной метаморфической зоны.

С амфиболитами и глиноземистыми гнейсами (о-в Мраморный, о-ва Голоменные Юзменги, Шангостров, м. Безымянный Наволок – в губе Поньгомы на Белом море, оз. Березовое, к западу от ст. Куземы) либо только с амфиболитами (район д. Гридино) ассоциируют карбонатные породы – шпинель-диопсид-форстеритовые, диопсидовые и тремолитовые кальцифиры, образующие редкие маломощные прослои.

Еще одним представителем этой группы являются магнетитсодержащие породы – сильно преобразованные магнетитовые кварциты (Рухнаволок на оз. Кереть, оз. Ворочистое, Магнетитовая Варака) или анхимономинеральные магнетитовые породы неопределенного происхождения (севернее д. Калгалакша).

В Енском районе породы этой толщи слагают сложной конфигурации полосы шириной до 1–7 км и протяженностью до 20 км и более. Наиболее детально структурно-геологически и петрологически толща изучена В. И. Пожиленко [378, 379]. Здесь она выполняет крупную сложнодеформированную синформу (Енский зеленокаменный пояс?) и отделена от развитой южнее толщи биотитовых, гранат-биотитовых и кианит-гранат-биотитовых гнейсов структурным несогласием(?), предполагающим его более высокое положение в разрезе Беломорской ПМЗ. Это подтверждается и данными изотопной геохимии. Так, Sm-Nd модельный возраст протолита кислых метавулканитов Енского ЗКП оценен в 2765 млн лет [557], U-Pb

возраст магматических цирконов из них – в  $2778 \pm 4$  млн лет [184], почти на 100 млн лет моложе вулканизма развитых южнее подкомплексов. В районе оз. Серяк также установлено залегание рассматриваемого подкомплекса с региональным угловым и азимутальным несогласием на биотитовых, гранат-биотитовых и кианит-гранат-биотитовых гнейсах. В Лоухском районе аналогичное положение в разрезе, возможно, занимает волоцкая толща [436]. Однако на карте и в записке все эти породы отнесены к хетоламбинскому подкомплексу из-за дискуссионности этой точки зрения.

В акватории Белого моря показаны неразделенные образования хетоламбинского подкомплекса (ag + aLP<sub>2b</sub>).

## Лоухский метаморфический подкомплекс

**Биотитовые и гранат-биотитовые гнейсы (gLP<sub>2b</sub>).** В эту группу в число определяющих ее состав компонентов входят и глиноземистые кианит-гранат-биотитовые гнейсы, широко распространенные на всех выделенных на карте участках от структуры оз. Заячье на юге до водораздела оз. Нигрозеро–Малое Нигрозеро и губы Тупая оз. Ковдозеро – оз. Серяк на севере. В Енском районе породы толщи широкой (до 30 км) полосой протягиваются от юго-западного берега Кандалакшского залива в северо-западном направлении до границы с Финляндией и далее.

Вместе с глиноземистыми и биотитовыми гнейсами в подчиненном объеме распространены амфиболсодержащие гнейсы и амфиболиты.

К гранат-биотитовым гнейсам в этой группе в основном относятся мелко-среднезернистые породы, которые в геологической практике принято называть «сухими» или «сухарями» из-за слабопроявленной или не проявленной совсем мигматизации, что придает им контрастный облик на фоне более интенсивно мигматизированных средне-крупнозернистых кианит-гранат-биотитовых гнейсов. Гранат-биотитовые гнейсы наблюдаются среди них в виде обособленных реликтовых обломков округлой, угловатой, удлиненной и линзовидной формы или в виде прерывистых прослоев. Изучение характера соотношения этих разновидностей позволяет прийти к заключению об образовании кианитовых гнейсов (или по крайней мере их части) за счет гранат-биотитовых при наложенном метаморфизме, мигматизации и синхронных деформациях [115, 116, 205].

Среди подобных гранат-биотитовых гнейсов выделяются равномерно-зернистые массивные неполосчатые, нередко содержащие в центральной части обломков реликты тонкозернистых пород гранат-клинопироксен-кварц-плагиоклазового состава, связанных с гранат-биотитовыми гнейсами постепенными переходами. Выделяются также мелкозернистые равномерно-зернистые породы со слабо выраженной полосчатостью, обусловленной разной степенью развития в них плоскопараллельных текстур, иногда и примитивной мигматизацией за счет маломощных инъекций (~1 см) кварц-полевошпатового материала. Среди включений отмечены четкополосчатые породы с чередованием тонких полос варьирующего состава, сочетание которых, вероятнее всего, соответствует слабо трансформированной слоистости туфовых или терригенных осадков с элементами ритмики(?).

В реликтах пород часто можно видеть автономную складчатость, в которой иногда участвуют и дайковые образования базитов.

Гранат-биотитовые гнейсы представляют собой целый ряд в различной степени трансформированных наложенными метаморфическими процессами пород, наиболее ранние из которых имеют тонкозернистое строение и преобладание в составе граната над биотитом при следующих содержаниях минерального состава (%): кварц (10–40), плагиоклаз (35–75), биотит (3–5), гранат (5–10). Плагиоклаз представлен в основном андезином варьирующего состава (28–45 % An), гранат имеет наиболее пиропистый в этом ряду состав (30–35 % пироп), а биотит характеризуется наименьшей железистостью (25–30 %) и максимально высоким содержанием  $TiO_2$  (до 5,2 %). Такие характеристики соответствуют метаморфизму гранулитовой фации.

При аллохимическом метаморфизме либо в квазиизохимических условиях при дифторезе гнейсы перекристаллизуются в кианитовые среднезернистые и даже крупнозернистые разновидности, содержащие менее пиропистый (15–25 %) гранат и более железистый биотит (35–45 %) с меньшим содержанием  $TiO_2$  (1,8–3,0 %), что соответствует метаморфизму кианитовой и кианит-мусковитовой фаций [115]. Количественное изменение минерального состава сводится главным образом к увеличивающемуся преобладанию содержания биотита относительно граната.

Среди кианитовых гнейсов, образовавшихся по гранат-биотитовым, весьма характерными являются разновидности, содержащие парагенезис кианит–калиевый полевой шпат–ортоклаз или микроклин и определяющие начальные стадии преобразования. Обычно они фиксируются в зонах метаморфических изменений на контактах гранат-биотитовых гнейсов с содержащими калиевый полевой шпат мигматитовыми инъекционными жилами, аплитами, гранитами, пегматоидными гранитами и высокотемпературными генерациями пегматитов, реже – вне видимой связи с этими процессами.

В кианитовых гнейсах выделяются высокотемпературные кианит-ортоклазовые и среднетемпературные кианит-микроклиновые парагенезисы, отчетливо различающиеся и по составу сосуществующих гранатов и биотитов. Для первого из них характерно образование пятнистых скоплений мелкоагрегатного кианита, для второго – эпизодически встречается мелкоагрегатный кианит с относительно большим размером зерен, но более характерна кристаллизация отдельных зерен кианита среднего размера. Кианитовые гнейсы с калиевым полевым шпатом являются хорошим индикатором метаморфизма в высокобарических условиях.

Помимо этих разновидностей в данной группе распространены средне-крупнозернистые кианит-гранат-биотитовые гнейсы, аналогичные описанным в группе биотитовых, гранат-биотитовых и кианитовых гнейсов. В том числе встречаются мусковитсодержащие и двуслюдяные породы, в редких случаях – ставролитсодержащие со ставролитом, развивающимся по кианиту (месторождение Плотина).

Биотитовые гнейсы в этой группе чередуются с глиноземистыми, нередко вместе с амфиболовыми гнейсами, содержащими редкие будинированные прослои или дайки амфиболитов.

Биотитовые гнейсы, в основном имеющие плагиогранитный состав, вероятно, и являются их метаморфическим аналогом. Это светло-серые гнейсовидные породы с неясной полосчатостью, выраженной чередованием лейкократовых полос с варьирующим содержанием биотита при одинаковой зернистости либо с отчетливой полосчатостью, выраженной послонной жильной мигматизацией плагиоклазового и плагиомикроклинового состава.

Нередко в этих гнейсах отмечается гранат в виде редких относительно крупных зерен. Но встречаются и гранат-биотитовые гнейсы с мелкозернистым гранатом в количестве 3–5%. От глиноземистых они отличаются меньшим содержанием феррических компонентов и более железистым составом буроватого и бурого граната и темно-коричневого и зеленовато-коричневого биотита. Для граната из подобных гнейсов характерно высокое (до 30%) содержание Са-компонента [115]. **Плагиоклаз в гнейсах – кислый–основной олигоклаз**, микроклин отсутствует или присутствует в количестве до 30%.

Амфиболсодержащие гнейсы – постоянный компонент в чередующейся полосе глиноземистых и биотитовых гнейсов – имеют варьирующий состав от амфиболсодержащих биотитовых до биотит-амфиболовых гнейсов тоналитового состава. Нередко можно констатировать их образование при гранитизации амфиболитов, чаще их происхождение остается неопределенным. Амфиболиты не являются типичными для этой группы. Обычно они имеют гранатовый или полевошпатовый состав и слагают линзовидные, иногда реликтовые фрагменты прослоев или дайковых образований.

**Биотитовые, гранат-биотитовые и кианит-гранат-биотитовые гнейсы (ggLP<sub>2b</sub>).** В этой группе наибольшим распространением пользуются «ржавые» глиноземистые кианит-гранат-биотитовые гнейсы и гранат-биотитовые гнейсы с характерным малиновым гранатом, в меньшем объеме – биотитовые гнейсы, а также гранат-биотитовые с бурым гранатом, амфиболсодержащие гнейсы и амфиболиты.

Глиноземистые гнейсы имеют разнообразный петрографический состав и структурно-текстурные особенности, обусловленные неоднократным участием первичных пород в деформациях, мигматизации и метаморфизме как в изохимических, так и аллохимических условиях. Наиболее характерными являются кианит-гранат-биотитовые гнейсы, усредненный вариант которых представлен средне-крупнозернистой отчетливо гнейсовидной породой. Она мигматизирована, с полосчатым, прерывисто-полосчатым, линзовидным, четковидным и очковым распределением кварц-полевошпатового, преимущественно плагиоклазового материала на фоне слюдистой массы. Последняя содержит крупный малиновый гранат и кианит, кристаллы которых могут достигать размеров 2–2,5 см. Среди подобных гнейсов участками развиваются зоны кислотного выщелачивания кианит-кварцевого состава (о-в Шуйостров, оз. Нижнее Котозеро и др.), в которых кристаллы кианита или его агрегаты достигают значительно больших размеров.

Гранат-биотитовые гнейсы отличаются от вышеописанных отсутствием кианита. В выходах пород этой группы на участках Тэдино–Боярское и Воньга–Кузема они представляют собой в различной степени преобразованные так называемые «сухие» гнейсы, характеристика которых дана при

описании группы биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов. Кианит-гранат-биотитовые гнейсы состоят (%) из кварца (10–30), плагиоклаза (30–60), биотита (10–20), граната (5–10 до 20) и кианита (2–10). Акцессорные минералы представлены цирконом, апатитом, рутилом, турмалином и рудными минералами – пирротинном, а в ряде случаев, включая описанные выше зоны кислотного выщелачивания, графитом. Для данного типа кианитовых гнейсов выдержанным оказывается состав породообразующих минералов: плагиоклаз – 28–32% An, гранат с содержанием пирропа 20–24% и биотит с железистостью 37–42% и содержанием  $TiO_2 = 2,8–2,9\%$ . Эти характеристики соответствуют условиям метаморфизма среднетемпературной амфиболитовой фации или [114, 115], высокобарического метаморфизма кианит-микроклиновой субфации фации кианитовых гнейсов.

Качественные изменения состава кианитовых гнейсов обусловлены вариациями условий метаморфизма. К ним, в первую очередь, относятся кианитосодержащие разности, среди которых выделяются двуслюдяные кианитовые гнейсы, испытавшие метаморфизм кианит-мусковитовой фации с парагенезисом кианит–гранат–биотит-мусковит с характерным для него составом граната и биотита [114, 115], и мусковитизированные кианитовые гнейсы, где кристаллизация мусковита не сопровождалась интенсивной перекристаллизацией граната, биотита и других минералов. Породы первой ассоциации минералов распространены в слюдоносных районах в зонах проявления деформаций и метаморфизма кианит-мусковитовой фации свекофеннского периода.

Другая разновидность – ставролитсодержащие кианитовые гнейсы, среди которых выделяются такого же типа разности: 1) ставролит является наложенным минералом, кристаллизация которого связана с развитием свекофеннского метаморфизма, не вызывает перекристаллизации других породообразующих минералов кианитовых гнейсов и 2) ставролит, равновесный с кианитом, гранатом и биотитом. Ставролит-кианитовые гнейсы являются продуктом этого метаморфизма. И в том и в другом случаях в породах могут присутствовать мусковит и хлорит. В целом для беломорского комплекса присутствие ставролита в кианитовых гнейсах – явление редкое.

В Енском районе толща слагает сложной конфигурации выходы на площади развития подкомплекса биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов. Обычная ширина выходов варьирует от 1 до 7 км, протяженность – до 20 км и более. Нередко в породах отмечается полосчатость, связанная с реликтовыми ритмичнослоистыми текстурами [509]. В последнее время полигенная природа гнейсов подкомплекса становится все более очевидной. Петрохимические реконструкции определяют их как метаморфизованные аналоги терригенных песчано-глинистых осадков. Для мелкозернистых гнейсов установлена как метатерригенная их природа (по глинистым грауваккам), так и вулканогенная (по андезитам, дацитам, реже риолитам).

Sm-Nd модельный возраст протолита мелкозернистого гранат-биотитового гнейса («сухаря» из района Ковдозера), интерпретированного как метапсаммит, определен в 2929 млн лет [557]. U-Pb возраст магматического циркона из аналогичного по зернистости «сухаря» метавулканогенной природы датирован в 2883 млн лет по данным О. А. Левченкова и

О. И. Володичева, определяя, по их мнению, возраст осадконакопления и вулканизма подкомплекса как раннелопийский.

**Южнокольский метаморфический комплекс нерасчлененный** (gLP<sub>2uk</sub>). Рассматриваемый комплекс занимает основную часть площади Южно-Кольской ПМЗ, протягиваясь от Терского побережья к северо-западу вдоль южной границы Имандра-Варзугской структуры до оз. Имандра, а затем – уже в субширотном направлении до границы с Финляндией. Комплекс включает в свой состав две толщи метаморфических пород – амфиболито-гнейсовую и амфиболито-сланцевую, которые на карте не могут быть разделены. Породы комплекса по своему составу и породным ассоциациям имеют явные отличия от типичных «беломорид».

Амфиболито-гнейсовая толща расчленяется по составу на два подразделения с постепенными переходами. Первое из них характеризуется значительной пестротой видимого разреза с преобладанием в нижней его половине амфибол-биотитовых, гранат-амфибол-биотитовых и эпидот-амфибол-биотитовых ( $\pm$  гранат) гнейсов и амфиболитов, подчиненным развитием слюдяных и гранат-слюдяных, нередко с силлиманитом или кианитом, гнейсов. Специфическими породами толщи являются обогащенные сульфидами (пирротин+пирит) биотитовые гнейсы и известково-силикатные породы («кальцифиры»), сложенные клинопироксеном, плагиоклазом, клиноцоизитом, скаполитом и карбонатом. Верхи разреза толщи представлены переслаиванием биотитовых, гранат-биотитовых ( $\pm$  силлиманит) гнейсов и амфиболитов (полевошпатовых, гранатовых и клинопироксеновых), количество последних может существенно преобладать в разрезе.

Второе подразделение более однородно по составу и сложено в основном биотитовыми, двуслюдяными и гранат-слюдяными гнейсами с резко подчиненным развитием амфиболитов и гранат-амфиболитовых гнейсов. В слюдяных гнейсах нередко отмечаются элементы ритмичной слоистости [519]. Однако первичные структуры и текстуры в породах, как правило, отсутствуют.

Sm-Nd модельный возраст пород составляет 2,70 млрд лет [557].

Амфиболито-сланцевая толща в основании видимого разреза сложена однородными и неяснополосчатыми биотитовыми сланцами (гнейсо-сланцы, метаграувакки?), реже двуслюдяными и гранатсодержащими ( $\pm$  ставролит, кианит) сланцами с редкими прослоями мусковит-кварцевых и амфибол-биотитовых сланцев, слюдяных кварцитов, амфиболитов. Л. И. Ивановой в районе Мунозера установлены в разрезе линзы конгломератов.

Выше обнажаются амфиболиты и мелкозернистые биотит-амфиболитовые сланцы с прослоями и линзами слюдяных и гранат-слюдяных сланцев, субмономинеральных актинолитовых сланцев. Амфиболиты слагают горизонты мощностью до 100 м или прослои мощностью от 1–2 до 10–15 м. Отмечены единичные прослои метасилицитов и доломитовых мраморов. Амфиболиты сменяются амфибол-биотитовыми, эпидот-биотитовыми и биотитовыми сланцами со структурами и текстурами вулканогенных пород(?). Для отдельных горизонтов слюдяных сланцев типичны ритмичнослоистые текстуры, для других – порфиоровые структуры. В амфиболитах из крупных покровов отмечены реликтовые офитовая и миндалекаменная структуры.

Время проявления метаморфизма, как и возраст пород подкомплекса (осадконакопления и вулканизма), дискуссионны – от позднего архея до раннего протерозоя. К настоящему моменту имеется лишь два **Sm-Nd** модельных возраста протолита терригенного метаосадка и метадацита – 2685 и 2904 млн лет соответственно [190, 557].

**Восточнокольский метаморфический комплекс** ( $gLP_2vk$ ). Образование комплекса на листе обнажаются в относительно небольшом останце гнейсов к востоку от оз. Ловозеро. Комплекс представлен однородными или грубопереслаивающимися лейко- и мезократовыми биотитовыми, эпидот-биотитовыми и амфибол-биотитовыми гнейсами и гранито-гнейсами с прослоями амфиболитов [49, 319]. Гнейсы, как правило, мелко- и среднезернистого сложения, гранито-(тоналит)-гнейсы – средне- и крупнозернистого сложения и нередко массивной текстуры. Амфиболиты образуют линзы и прослои мощностью от нескольких сантиметров до первых метров. Реликтовые осадочные или магматические структуры и текстуры в породах комплекса отсутствуют. Среди гранито-гнейсов преобладают аналоги трондjemитов и тоналитов.

Состав парагенезисов и слагающих их минералов отвечает условиям амфиболитовой фации метаморфизма с режимом умеренно низких давлений [519]. В комплексе довольно широко проявлены процессы мигматизации. Преобладают послонные мигматиты, отмечены агматиты и полевошпатовый порфиробластез.

**Sm-Nd** модельный возраст протолита метатоналитов, развитых в районе нижнего течения р. Бабья и идентичных таковым рассматриваемого комплекса, определен в 2835 млн лет [557], **Rb-Sr** изохронный возраст магматизма для них – в  $2870 \pm 29$  млн лет [528].

**Кольский метаморфический комплекс** ( $gLP_2k$ ). На территории листа комплекс развит крайне ограниченно, образуя два выхода к северу от Хибинского щелочного массива (Центрально-Кольская ПМЗ). По составу слагающих его пород комплекс подразделяется на три толщи – амфиболито-гнейсовую и глиноземисто-гнейсовую, разделенные железорудной толщей. Контакты комплекса с обрамляющими его тоналит- и гранито-гнейсами повсеместно тектонические, между подкомплексами – наряду с тектоническими (тектонизированными) отмечены и постепенные взаимопереходы [153]. Мощности подкомплексов крайне изменчивы – от 500 до 50 м и менее. Границы между ними условны. Из-за малой площади выходов толщ на карте они показаны в составе единого комплекса.

Амфиболито-гнейсовая толща сложена амфиболитами, биотитовыми и амфибол-биотитовыми гнейсами с ограниченным развитием лейкократовых гнейсов (лептитов), гранат-биотитовых и силлиманит-гранат-биотитовых ( $\pm$  кордиерит, иногда кианит, ставролит) гнейсов. Амфиболиты представлены полевошпатовыми, реже куммингтонитовыми и гранатовыми разновидностями в амфиболитовой фации, двупироксен-, клинопироксен- или ортопироксен-амфиболовыми кристаллосланцами – в гранулитовой фации.

Преобладающие полевошпатовые амфиболиты образуют полный спектр составов от мономинеральных амфиболовых до лейкократовых. Они слагают линзы и пласты мощностью от первых метров до 60–80 м и протяженностью

в сотни метров. Близкий к амфиболитам объем занимают в подкомплексе переслаивающиеся с ними амфибол-биотитовые и мезократовые биотитовые гнейсы, как правило, полосчатые, варьирующие по составу от лейко- до меланократовых. Они представлены линзами и пачками мощностью от 2–7 до 20–50 м.

Специфическими образованиями железорудной толщи являются магнетитовые кварциты, образующие слои и линзы мощностью от десятков сантиметров до 90–200 м и протяженностью от 5–15 до 1,5–3,0 км. Основные разновидности кварцитов метаморфизованы в амфиболитовой фации – роговообманковые, куммингтонит-грюнеритовые, клинопироксен-роговообманковые, а также в гранулитовой фации – двупироксеновые, клинопироксеновые и ортопироксеновые. Слаборудные и безрудные кварциты приурочены обычно к эндоконтактам крупных линз. Непосредственные контакты кварцитов с вмещающими породами часто маркируются обогащенными гранатом зонами. Вмещающими для кварцитов породами являются переслаивающиеся биотитовые лейкократовые гнейсы (лептиты?), амфиболиты, гранат-биотитовые, гранат-двуслюдяные и глиноземистые гнейсы.

Глиноземисто-гнейсовая толща сложена биотитовыми (от мелано- до лейко-) и гранат-биотитовыми (с силлиманитом, реже кордиеритом, ставролитом, кианитом) гнейсами с подчиненным развитием амфибол-биотитовых гнейсов и амфиболитов. В гнейсах отмечены реликты первичной ритмичной слоистости (пары мелкозернистый гранат–биотитовый гнейс–метасаммит и крупнозернистый кордиерит–силлиманит–гранат–биотитовый гнейс–метапелит), подчеркнутой (чаще затушеванной) наложенными структурно-метаморфическими процессами.

В амфиболитах установлены реликтовые офитовая структура, миндалекаменная текстура и текстура подушечных лав; в лейкократовых гнейсах (лепгитах?), реже в мезократовых отмечены реликтовые порфиоровые структуры [153]. С учетом реликтовых структур и текстур, других особенностей строения и состава значительная (до 50–70% объема) часть пород комплекса реконструируется как метавулканиты базальтов-глиноземистых андезитов–риодацитов. Из этой триады наиболее распространены крайние ее члены.

Метатерригенные породы представлены метаграувакками и субграувакками, реже метапелитами [74]. Минимальный возраст пород комплекса [2] оценивается в  $2830 \pm 70$  млн лет (U-Pb, циркон) или  $2880 \pm 50$  млн лет (Rb-Sr, породы в целом). Возраст метабазитовых даек, секущих кварциты Оленегорского месторождения, датирован в  $2738 \pm 6$  млн лет [40].

**Каликорвинский метаморфический комплекс** (gLP<sub>2</sub>kk) приурочен к одноименной структуре, расположенной в районе горы Каликорва (район озер Ковдозеро–Кичаны). Слагающие ее породы – преимущественно амфиболиты – еще в 1951 г. были выделены в качестве самостоятельного супракрустального каликорвинского комплекса. Помимо самой Каликорвинской структуры к метаморфическому комплексу, вероятно, приурочены зоны амфиболитов района озер Ориярви и Толванд.

По своему структурному положению каликорвинский метаморфический комплекс приурочен к краевой части Тикшеозерского (Керетского) зеленокаменного пояса. Каликорвинский метаморфический комплекс представлен

толщами: гранатовых амфиболитов, гранат-биотитовых гнейсов, переслаивания гнейсов и амфиболитов, разнообразных по составу парагнейсов. Общая мощность супракрустальных образований 1300 м [400].

Мафические породы (амфиболиты) составляют до 90%, парагнейсовые до 10–20% объема комплекса. Весьма распространенными являются гранатовые амфиболиты, к тому же иногда содержащие клинопироксен, а также эпидот и скаполит. Амфибол в них преимущественно представлен обыкновенной роговой обманкой, но иногда отмечается и куммингтонит. Среди амфиболитов преобладают метабазалы(?) толеитовой серии, среди них наблюдается слабая дифференциация от магнезиальных к железистым разновидностям.

Амфибол-биотитовые и частично биотитовые гнейсы относятся к вулканитам среднего и кислого состава известково-щелочной серии. Среди них выделяются дациты, им подчинены андезидациты и андезибазальты. Гранат-биотитовые гнейсы являются слабо дифференцированными осадками – метаграувакками [400].

Надежные датировки пород комплекса отсутствуют. U-Pb (SHRIMP) возраст циркона из метадацитов равен  $2785 \pm 13$ , а из метатерригенных обломков –  $2766 \pm 21$  млн лет [397]. Скорее всего это возраст наложенного метаморфизма.

Амфиболиты и мелкозернистые лептитоподобные амфибол-биотитовые гнейсы (gLP<sub>2</sub>) распространены в восточном обрамлении раннепротерозойского Куоляярвинского синклиория в районе перешейка озер Аухтиярви и Исосиеминки в виде останцов и ксенолитов в позднелопийских гранитоидах. По результатам работ Невской экспедиции (1973–1975 гг.), в полосе распространения этих пород преобладают амфиболиты (участок Кварцевый). Амфиболиты и гнейсы условно отнесены к среднему лопию и сопоставляются с каликорвинским метаморфическим комплексом.

## **Позднекарельская эра** **Людиковийско-калевийское время**

**Порьегубский метаморфический комплекс (gaKR<sub>2</sub><sup>1-2</sup>pg).** Образования комплекса развиты на северо-восточном побережье Кандалакшского залива, южнее оз. Колвицкое, и выполняют ядерные части Кандалакшской и Колвицкой структур (Колвицкая ПМЗ).

Комплекс по составу слагающих пород подразделяется на две толщи, разрез которых наращивается с юго-запада на северо-восток [103]. Нижняя толща слагает полосу шириной от 5 до 17–20 км. В основании она представлена мезократовыми гранат-амфибол-клинопироксеновыми, двупироксеновыми и гранат-двупироксеновыми кристаллосланцами, а также клинопироксен-гранатовыми амфиболитами и кварц-гранат-полевошпатовыми сланцами. Разновидности пород перемежаются, образуя макро- и «микроритмичность». Гранатовые амфиболиты рассматриваются как диафориты по основным гранулитам. Средние и верхние уровни толщи более гетерогенны и включают преобладающие меланократовые гранат-

двупироксеновые и гранат-клинопироксеновые плагиосланцы, прослои и линзы кальцифиров, кислых гранулитов, сульфидсодержащих гранат-клинопироксеновых сланцев, биотит-ортопироксеновых ( $\pm$  гранат) и биотитовых гнейсов, иногда с кианитом.

Разрез верхней толщи начинается переслаиванием ортопироксеновых, двупироксеновых и гранат-клинопироксеновых плагиосланцев, кислых гранулитов и глиноземистых гнейсов. Мощность отдельных прослоев варьирует от 1–2 см до 2–3 м и более. Основной же объем толщи сложен лейко- и мезократовыми двупироксеновыми плагиосланцами с линзами и прослоями кислых гранулитов и глиноземистых гнейсов.

Две последние разновидности особенно характерны для зоны тектонического контакта основных и кислых гранулитов шириной до 3–4 км, в которой мощность отдельных тел кислых гранулитов достигает 50 м, а глиноземистых гнейсов – до 300 м [103]. Для всех разновидностей пород верхней толщи характерны рассеянная тонкая сульфидная вкрапленность и образование сульфидных минерализованных линз и рудных зон в процессе диафтореза.

В образованиях комплекса широко, хотя и неоднородно по площади и интенсивности, проявлены процессы мигматизации (эндербитизации, чарнокитизации). В полосчатых разновидностях основных гранулитов мигматизация носит послыйный характер, в массивных – сетчатый.

Генетическая природа пород подкомплекса дискуссионна. Ф. П. Митрофанов относит их к образованиям нижней коры, тектонически внедренным в ее верхние уровни, другие – к исключительно интрузивным образованиям [391], третьи – к осадочно-вулканогенным и интрузивным [103, 239].

Нижняя возрастная граница комплекса определяется временем высокобарического метаморфизма в  $1912 \pm 2$  млн лет, а его кульминация имеет датировку  $1907 \pm 2$  млн лет [400].

**Умбинский метаморфический комплекс** ( $grKR_{\frac{1}{2}}^{-2}u$ ) выполняет Умбинский блок к востоку от основных гранулитов Порьегубского комплекса и сочленен с последними через зону тектонического меланжа (Колвицкая ПМЗ) [34]. На востоке породы комплекса интродуцированы эндербит-чарнокитами Умбинского массива и скрываются под водами Кандалакшского залива, на севере по Вялозерской зоне сочленяются с южнокольским комплексом. Мощность комплекса по гравиметрическим данным оценивается Е. Д. Чалых в 1,0–2,5 км.

Метаморфический комплекс представлен мелкозернистыми гранат-биотитовыми, гранат-ортопироксен-силлиманитовыми плагиогнейсами и крупнозернистыми мезократовыми гранат-силлиманитовыми, гранат-силлиманит-биотитовыми, гранат-кордиерит-силлиманит-биотитовыми и кордиерит-биотитовыми гнейсами (кондалитами). Количественно им подчинены так называемые «кислые гранулиты» – лейкократовые кварц-полевошпатовые породы с варьирующим, но в целом незначительным содержанием граната, силлиманита, реже кордиерита. Содержание их в разрезе комплекса увеличивается с востока на запад [6].

В количестве, не превышающем первых процентов объема комплекса, присутствуют ортопироксеновые и двупироксеновые, иногда с гранатом, кристаллосланцы и плагиогнейсы, сильно варьирующие по меланократо-

востях. Они образуют маломощные (от первых до десятков сантиметров) прослои, обычно будинированные, разлинзованные.

Неравномерная по площади пропитка гнейсов лейкосомой обусловлена сочетанием участков с преобладанием послойных, сетчатых и пятнисто-порфириобластических мигматитов и участков, сложенных теньвыми мигматитами. Лейкосомы преимущественно средне- и крупнозернистого сложения, кварц-полевошпатового состава, с варьирующим содержанием граната, силлиманита, иногда кордиерита.

Из первичных структурно-текстурных особенностей отмечена лишь реликтовая ритмичная полосчатость флишоидного типа(?), представленная переслаиванием мелко- и среднезернистых гранат-биотитовых и крупнозернистых глиноземистых (гранат-силлиманитовых и гранат-кордиерит-силлиманитовых) гнейсов.

**Sm-Nd модельные возраста протолита кислых гранулитов и гнейсов варьируют от 2,45 до 2,1 млрд лет [35], датировки детритовых цирконов – в интервале 1,9–3,7 млрд лет [77]. Цирконы из лейкосомы имеют возраст  $1912 \pm 2$  млн лет, который совпадает с датировкой по метаморфическому циркону – 1910 млн лет [472, 400], что и отражает время возникновения умбинского метаморфического комплекса.**

Приведенные материалы позволяют сделать следующие выводы. В целом в архее наиболее широко проявлен гранитоидный магматизм. В раннем лопии (и саамии?) он занимает обширные площади. В позднем лопии – образует и плутонические зоны (ПЗ) или сопряжен с СФЗ и начинается с мантийно-нижнекоровых комплексов, сменяется разнообразными коровыми гранитоидами и завершается субщелочными и щелочными породами. Этот магматизм отвечает полному магматическому циклу развития территории. В архее характерны три стадии магматизма – доскладчатая, син- и позднескладчатая, постскладчатая, границы которых близки к границам региональных надгоризонтов и горизонтов. Характер распределения на площади и особенности проявления гранитоидного магматизма позволяют в пределах СФО выделить Карельскую и Кольскую гранит-зеленокаменные области (ГЗО) и Беломорскую и Южно-Кольскую метаморфические зоны. ГЗО отличаются особенностями магматизма. Зональность в размещении магматических комплексов в целом согласуется с зональностью в размещении СФЗ.

В протерозое и палеозое магматизм проявлен только в ПЗ. В карельское время характерно преобладание основного интрузивного магматизма над кислым. Выделяются стадии активного проявления мантийно-корового магматизма сумийского и людиковийского времени, вслед за которыми следуют стадии корового умеренного магматизма. СФЗ и ПЗ в большинстве случаев сопряжены и часто близки к архейским. Зональность в проявлении магматизма в целом совпадает с зональностью архея, но в ряде случаев отличается большей детальностью. В пределах листа магматизм протерозоя и палеозоя связан с процессами плутонической активизации. В пределах Балтийского щита его проявления связаны с полными свекофеннским (поздний карелий) и байкальским (рифей) циклами развития.

В палеозое зональность в проявлении магматизма не совпадает с раннедокембрийской. В то же время Кандалакшская ПЗ приурочена к границе докембрийских Карельской и Кольской СФО.

---

---

## МЕТАМОРФИЗМ И МЕТАСОМАТОЗ

### МЕТАМОРФИЗМ

Региональный метаморфизм является одним из важнейших геологических процессов в докембрийской истории региона. На схематической карте метаморфизма и метасоматоза масштаба 1 : 2 500 000 отражены особенности регионального метаморфизма главных тектонических подразделений региона (архейских гранит-зеленокаменных областей и складчатых зон), раннепротерозойских кратонов и структур более высоких порядков, входящих в их состав. Метаморфические события расчленены по возрасту и отнесены к архейскому или протерозойскому тектоно-метаморфическим циклам. Под тектоно-метаморфическим циклом понимается закономерная совокупность тектонических, магматических, метаморфических и метасоматических процессов, присущих однократному проявлению регионального метаморфизма [322]. К полнопроявленным циклам относятся лопийский (ребольский, поздний архей, 2,6–2,8 млрд лет) свекофеннский (ранний протерозой, 1,7–1,9 млрд лет) и рифейский (около 0,9–1,2 млрд лет). Беломорский (ранний архей, более 3,1 млрд лет) и селецкий (около 2,4 млрд лет) тектоно-метаморфические циклы, выделявшиеся некоторыми исследователями, на территории листа к настоящему времени не обоснованы геохронологическими данными.

Совместное рассмотрение метаморфизма и метасоматоза обусловлено генетической связью этих процессов. Метасоматоз происходит в условиях регрессивной стадии метаморфизма, когда метаморфогенные флюиды вовлекаются в миграцию в мобильно-проницаемых зонах. Региональная метаморфическая зональность находится в основе районирования метасоматических комплексов. Выделенные на карте метасоматические зоны учитывались при минерагеническом районировании. В связи с этим схематическая карта метаморфизма и метасоматоза масштаба 1 : 2 500 000 существенно дополняет карту закономерностей размещения полезных ископаемых и прогнозно-минерагеническую карту на благороднометаллную минерализацию.

### Лопийский тектоно-метаморфический цикл

Позднеархейский метаморфизм в докембрии восточной части Балтийского щита в настоящее время рассматривается как важнейший процесс,

в ходе которого формировалась континентальная земная кора этого региона. В каждой из тектонических областей региона в лопийском метаморфизме выделяется 2–4 этапа, нередко рассматриваемых как самостоятельные тектоно-метаморфические циклы.

Метаморфизм Карельской гранит-зеленокаменной области (ГЗО) в целом характеризуется андалузитовым типом и условиями от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций низких и умеренных давлений. Например, по данным Л. Н. Котовой, в гнейсо-гранитных ареалах [254] выделяются три этапа позднеархейского регионального метаморфизма. В ходе первых двух этапов достигались условия эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций умеренных давлений. Третий этап был проявлен локально и неоднородно – от амфиболитовой фации низких давлений до гранулитов умеренных давлений с возрастом около 2,65 млрд лет, известных в районе Вокнаволока. В указанном районе распространены амфиболовые, биотитовые гнейсы, амфиболиты и двупироксеновые сланцы амфиболитовой и гранулитовой фаций регионального метаморфизма [400].

В Костамукшском внутреннем зеленокаменном поясе (ЗКП) прогрессивный метаморфизм амфиболитовой фации сменился условиями эпидот-амфиболитовой и впоследствии зеленосланцевой фации. Для гнейсо-сланцевого Суоярвско-Куйтозерского пояса нередко обнаруживается метаморфическая зональность от зеленосланцевой фации до границы амфиболитовой и гранулитовой фаций (например, в районе оз. Нюк).

Для зонального метаморфизма позднеархейских зеленокаменных поясов Карелии характерно увеличение  $P$ – $T$  параметров от зеленосланцевой до низкотемпературной части амфиболитовой фации в направлении от центральных частей геологических структур, входящих в состав данных поясов. Одновременно резко усиливаются складчатые деформации с признаками пластичного течения, метаморфической полосчатости и линейности в полностью перекристаллизованных породах, теряющих исходные текстурно-структурные особенности осадочных или вулканических образований. Как правило, изограды метаморфизма и сравнительно слабо выраженный фронт гранитизации конформны общим геологическим контурам зеленокаменных структур. Уровень метаморфизма и контрастность метаморфической зональности в пределах зеленокаменных поясов возрастают к западной части Карельской гранит-зеленокаменной области.

В краевых областях Парандовского внутреннего ЗКП условия регионального метаморфизма достигают высокотемпературной амфиболитовой фации с первыми проявлениями мигматизации или эпидот-амфиболитовой фации. Возраст регионального метаморфизма по современным данным оценивается как преимущественно раннепротерозойский с реликтивными ассоциациями позднеархейского возраста в близких термодинамических условиях. В этих же условиях и вдоль тех же структурных зон формировались средне-низкотемпературные метасоматические породы пропилиит-березитового состава, возраст которых оценивается как позднесвекофенский. Завершает метаморфические события диафторез в условиях зеленосланцевой фации неопределенного возраста.

В зоне сочленения Карельской ГЗО с Беломорской складчатой зоной, к которой приурочены краевые Пезозерский и Тикшеозерский ЗКП, в позднем архее проявлен метаморфизм повышенных давлений, не характерный для гранит-зеленокаменных областей. В этом районе преобладают условия фации альмандиновых амфиболитов. В ксенолитах среди чарнокитоидов (южная часть оз. Кереть) были обнаружены [117 и др.] гранулитовые ассоциации на значительном протяжении (до первых километров). Все исследователи отмечают многоэтапность тектоно-метаморфических преобразований данного района, в значительной степени затушеванную интенсивным свекофенским метаморфизмом. По данным Е. В. Бибиковой с соавторами [62], в районе оз. Кереть по данным U-Pb метода по циркону возраст амфиболитового метаморфизма составляет  $2741 \pm 14$  млн лет, микроклинизация по трондьемитам –  $2720 \pm 9$  млн лет. Эти определения находятся в соответствии с возрастом надвигов и высокобарического метаморфизма в Беломорской складчатой зоне – 2720–2740 млн лет [146].

В Беломорской складчатой зоне большинством исследователей выделяются два этапа регионального метаморфизма (ранне- и позднелопийского времени). Первый из них сохраняется в виде реликтов, в которых проявлены парагенезисы высокотемпературной амфиболитовой и гранулитовой фаций повышенных (6–9 кбар) давлений. Кульминация раннего метаморфизма оценивается в  $2855 \pm 5$  млн лет [62]. В ходе второго, главного этапа Беломорская складчатая зона была интенсивно метаморфизована в условиях амфиболитовой фации высоких давлений. Метаморфизм этого этапа отвечал параметрам 665–700 °С и 7–11 кбар [51], а его возраст оценивается в интервале 2720–2780 млн лет.

В результате лопийского тектоно-метаморфического цикла были сформированы несколько метаморфических зон [400].

Зона 1 отвечает краевой части Карельской ГЗО с метаморфизмом кианит-силлиманитовой фациальной серии, характерной для Беломорской складчатой зоны. Для данной зоны типичны условия низкотемпературных субфаций амфиболитовой фации (ставролитовые субфации). Условия метаморфизма оцениваются по температуре 600–650 °С при давлении 7 кбар.

Зона 2 соответствует западному флангу Беломорской складчатой зоны. Она характеризуется метаморфизмом более высоких ступеней амфиболитовой фации, достигающим условий широкого развития процессов ультраметаморфизма.

Зона 3 приурочена к центральной части Беломорской складчатой зоны. В ней наблюдается региональная мигматизация и еще более высокая степень метаморфизма (высокотемпературные субфации амфиболитовой фации). Для нее характерны также локальные тела высокобарических гранулитов и эклогитоподобных пород [114 и др.].

Супракрустальные образования находящегося на листе фрагмента синклинали Кейвской структуры метаморфизованы в условиях кианит-силлиманитовой фациальной серии амфиболитовой фации и, локально, эпидот-амфиболитовой фации.

Таким образом, в пределах Кольской ГЗО в лопийское время был преимущественно проявлен амфиболитовый метаморфизм умеренных или

неопределенных давлений, который был интенсивно затушеван метаморфическими преобразованиями раннего протерозоя. Лопийский метаморфизм завершается формированием средне-низкотемпературных метасоматитов, разрозненные радиологические датировки по которым попадают в широкий интервал – 2860–2750 млн лет.

### Свекофеннский тектоно-метаморфический цикл

Нижнепротерозойские осадочно-вулканогенные породы Карельского кратона метаморфизованы в условиях от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций низких или умеренных давлений. Карелиды внутренней зоны кратона, а также большинство образований приразломных синклиналей и грабен-синклиналей метаморфизованы в условиях фации зеленых сланцев с локальными повышениями до уровня эпидот-амфиболитовой фации (Большезерская, Каллиоярвская, Чиркакемская и другие структуры). В краевой части Карельского кратона в северо-восточном и восточном направлениях, по мере приближения к Беломорской складчатой зоне, температуры и давления при метаморфизме последовательно повышаются, формируется метаморфическая зональность от зеленосланцевой фации до низкотемпературных субфаций амфиболитовой фации (Шомбозерская и, отчасти, Лехтинская грабен-синклинали, Панаярви-Соваярвинская и Кукасозерская складчатые структуры, а также Куоляярвинский синклиорий) [476]. В Беломорской складчатой зоне неравномерно проявлен амфиболитовый и, локально, гранулитовый свекофеннский метаморфизм умеренных или повышенных давлений, что создало благоприятные условия для образования мусковитовых пегматитов [400].

В центральной и южных частях Беломорской складчатой зоны, по данным Е. В. Бибиковой с соавторами [60], интенсивно проявлены метаморфические процессы с возрастом 1884–1925 млн лет, преимущественно локализованные в линейных сдвиговых зонах рассланцевания северо-западного и субмеридионального простирания. В них выражены процессы ультраметаморфизма и неоднократного пегматитообразования. Условия метаморфизма соответствуют низко- и среднетемпературной амфиболитовой фации кианитового типа (575–630 °С и 5,1–6,5 кбар).

В северной части Беломорской зоны метаморфизм повышается до высокотемпературных ступеней амфиболитовой фации умеренных давлений. На регрессивной стадии в позднесвекофеннское время (1,85–1,75 млрд лет) в этом районе формировались зоны метаморфизма пониженных давлений, содержащие парагенезисы с кордиеритом, ставролитом, силлиманитом или андалузитом (районы проявлений Лейвойва, Перчатка, Неблогора), где они пространственно приурочены к тектоническим зонам субширотного и субмеридионального простирания. Этими структурно-тектоническими зонами также контролируется размещение мусковитовых и мусковит-керамических пегматитов [173]. Проявления ранне- и позднесвекофеннского метаморфизма (1,92–1,85 и 1,85–1,75 млрд лет назад соответственно) подтверждаются данными по изучению **U-Pb** и **Pb-Pb изотопных систем по титаниту и рутилу** [17], а также палеомагнитными исследованиями [543].

В пределах Кольского кратона свекофеннский метаморфизм наиболее полно проявлен в Имандра-Варзугской грабен-синклинали и ее обрамлении. Здесь была сформирована метаморфическая зональность от низкотемпературных субфаций зеленосланцевой фации до амфиболитовой фации умеренных давлений с редкими проявлениями кианита, ставролита и граната (кианит-ставролитовая субфация кианит-силлиманитовой фациальной серии). Наиболее распространены породы фации зеленых сланцев. Метаморфиты эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фации умеренных давлений локализованы на южном фланге Имандра-Варзугской грабен-синклинали в обрамлении блоков архейского фундамента. Отмечается значительная латеральная неоднородность размещения и пространственных соотношений фаций, что связано с значительной тектонической блокировкой [217].

В Кандалакшском и Колвицком тектонических фрагментах вулканогенного прогиба и Порьегубско-Умбинской тектонической пластине распространены высокобарические парагенезисы амфиболитовой и гранулитовой фаций, что является их характерной особенностью. По данным С. А. Бушмина с соавторами [89, 90], условия раннесвекофеннского метаморфизма в этом районе в зонах сдвиговых дислокаций и меланжа достигают в максимальных значениях гиперстен-силлиманитовой субфации (около 750–850 °С и 8–12 кбар). Возрастные датировки, полученные U-Pb и Pb-Pb методами по акцессорным минералам, соответствуют свекофеннскому циклу (1,9 млрд лет).

В Кейвской синклинальной структуре и её обрамлении в свекофеннское время формировались парагенезисы амфиболитовой фации повышенных давлений (преобладает кианит-ставролит-двуслюдяная субфация, 570–600 °С, 5–6 кбар). Для метаморфических пород этого района характерно формирование параморфоз кианита по андалузиту и порфиروبластических гранат-амфиболовых, ставролитовых и других пород. В западной части структуры Больших Кейв кианит сменяется силлиманитом в краевой части структуры.

На всей докембрийской территории листа свекофеннский тектоно-метаморфический цикл завершается формированием метасоматических пород с возрастом около 1750–1825 млн лет. Вполне вероятно, что в данном случае проявлены два этапа – 1825 и 1770 млн лет, а поздние (около 1500–1200 млн лет) Rb-Sr и K-Ag значения отвечают периоду тектонического подъема, остывания и общего закрытия данных изотопных систем.

## **Рифейский тектоно-метаморфический цикл**

Метаморфизм рифейского возраста на территории листа достигает лишь самых низкотемпературных ступеней (пумпеллиит-пренитовая или низкотемпературная зеленосланцевая фации) и в настоящее время остаётся недостаточно изученным.

Таким образом, метаморфическая история докембрийских пород на территории листа отличается большой сложностью, обусловленной полиметаморфизмом, региональной зональностью, а также полистадийностью каждого из главных докембрийских тектоно-метаморфических циклов.

## МЕТАСОМАТОЗ

На схеме метаморфизма и метасоматоза показаны регионально распространенные метасоматические комплексы. Связанные с ними рудные формации отображены на прогнозно-минерагенической карте. На территории листа известны как докембрийские, так и фанерозойские метасоматиты. Докембрийские метасоматиты группируются в девять комплексов, существенно различающихся по составу, возрасту, структурно-геологической позиции, последовательности образования метасоматических фаций и рудоносности. В настоящее время выделяются четыре периода интенсивной метасоматической активности: позднеархейский (позднеребольский, 2,7–2,6 млрд лет), два раннепротерозойских (ранне- и позднесвекофенские, около 1,90 и 1,76 млрд лет соответственно), а также позднепротерозойский (1,15–1,05 млрд лет). Фанерозойские метасоматиты проявлены локально, преимущественно в области палеозойской тектоно-магматической активизации [134].

Регионально распространенные докембрийские метасоматиты на исследованной территории обладают признаками метаморфогенного происхождения [24, 25, 112, 228, 401]. Их геологическая позиция определяется заключительными регрессивными этапами тектоно-метаморфических циклов, когда по системам разломов мигрировали крупные объемы высокоминерализованных флюидов [25, 144]. На карте метаморфизма и метасоматоза показаны наиболее значимые флюидонасыщенные зоны, выраженные в масштабе карты. В пределах этих зон содержание метасоматитов возрастает на 1–2 порядка, они образуют многочисленные линейно-вытянутые, часто кулисообразные тела, густой сетью «пропитывающие» вмещающие их породы. Нередко к этим же тектоническим зонам приурочен интенсивный аллохимический порфиروبластез, разнообразный по своему минеральному составу (амфиболы, гранат, ставролит, карбонаты, слюды и полевые шпаты). Наиболее часто это проявлено в образовании крупно- и даже гигантозернитых амфиболовых, гранатовых, ставролитовых, хлоритовых и слюдистых пород.

Результаты определения возраста метасоматитов и сопоставление изотопно-геохронологических данных, полученных различными методами (SHRIMP-II (циркон), ID-TIMS (монацит, гранат), Pb-LS (гранат, апатит), а также Rb-Sr (порода в целом, слюды) и Sm-Nd (гранат, порода в целом) изотопия), позволяют уточнить время закрытия различных изотопных систем в метасоматических комплексах. Это дает возможность проводить региональную корреляцию данных образований, за основу которой нами было принято локальное U-Pb датирование по цирконам.

Метасоматиты всех выделенных комплексов подразделяются на низко-, средне- и высокотемпературные. В пределах листа наиболее распространены низко- и среднетемпературные фации. Высокотемпературные метасоматиты, характерные для зон гранулитового метаморфизма, на территории листа проявлены сравнительно локально [228, 572, 26, 156 и др.]. Гиперстен-силлиманитовые и силлиманит-гранат-ортопироксеновые метасоматические парагенезисы в значимом количестве распространены лишь

по гранулитам порьегубского и умбинского метаморфических комплексов в районе Порьей губы на северном побережье Белого моря. В гнейсо-гранитных ареалах известны редкие проявления метасоматитов ортоклаз-кварцевой и микроклин-ортоклаз-кварцевой высокотемпературных фаций [476].

К среднетемпературным отнесены метасоматиты, сформировавшиеся в условиях эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций метаморфизма до начала процессов ультраметаморфизма и гранитизации (т. е. не более 620–650 °С). В условиях амфиболитовой фации повышенных давлений широко распространены среднетемпературные метасоматиты повышенных давлений состава  $q+pl+ky+gr+st+hbl^*$ , для которых было предложено общее название «хизовариты» [86, 87]. Минеральная ассоциация силикатов алюминия и кальциевого амфибола в метаморфических породах не проявлена и выражена исключительно в метасоматитах. На территории листа такие породы распространены во всех областях метаморфизма повышенных давлений (Беломорская и Южно-Кольская складчатые зоны, Кейвский синклиний и др.).

При метаморфизме низких и умеренных давлений, характерном для Карельской и Кольской гранит-зеленокаменной областей, в условиях средних температур образовывались метасоматиты состава  $q+ad+co+cum+anp$  (скёли). Скёли (*sköl*, старинный шведский горный термин) – это кварцито-видные рудоносные или рудосопровождающие породы с гранатом, кордиеритом, ромбическими амфиболами, андалузитом, ставролитом и другими минералами. Скёли широко проявлены на многих медноколчеданных, полиметаллических и золоторудных месторождениях Финляндии и Швеции. На территории листа выделяются скёли как основного (преимущественно ставролит-кордиерит-амфиболового), так и среднего и кислого (плаггиоклаз-биотит-ставролитового, гранат-андалузит-кварцевого) состава [130, 410; 473].

В среднетемпературную группу также входят гранатовые, амфиболовые, кварц-полевошпатовые и другие метасоматиты, которые могут формироваться при различных режимах давлений. Частично они включают в свой состав фации, переходные к низкотемпературным образованиям (например, хлоритсодержащие). Особо следует отметить группу скарноподобных метасоматитов (скарноидов), в состав которой входят различные средне-низкотемпературные породы, включая карбонатные фации ( $crx-ca$ ,  $dp-pl$ ,  $gr-cr$ ,  $scr-ca$  и др.).

Среднетемпературные кварц-полевошпатовые метасоматиты преобладают в гнейсо-гранитных ареалах и характерны для субстрата, бедного основаниями (Fe, Mg, Ca). На территории листа они пользуются широким распространением. Известны такие породы как позднеархейского, так и раннепротерозойского возраста [111, 572]. В данную группу входят сравнительно однообразные по минеральному составу среднетемпературные

---

\*Здесь и далее сокращенные обозначения минералов приведены в соответствии с типовыми условными обозначениями: ac – актинолит, ad – андалузит, anp – антофиллит, bt – биотит, ca – кальцит, cl – хлорит, crx – клинопироксен, co – кордиерит, dp – диопсид, ep – эпидот, gr – гранат, hbl – роговая обманка, ky – кианит, pl – плаггиоклаз, scr – скаполит, si – силлиманит, st – ставролит, tu – турмалин, q – кварц.

метасоматические породы, сложенные в различной пропорции микроклином, олигоклазом (или альбитом) и кварцем. В подчиненных количествах могут присутствовать щелочные амфиболы и турмалин. Отмечаются переходы к более низкотемпературным биотит-мусковитовым или гранат-биотит-хлоритовым метасоматитам.

К низкотемпературным отнесены разновидности метасоматитов, сформировавшиеся в условиях, не превышающих верхнюю температурную границу зеленосланцевой фации (т. е. не более 450–470 °С). При этом из состава метасоматитов обычно полностью исчезают гранат и глиноземистые амфиболы, главным темноцветным минералом становится хлорит или актинолит. Для низкотемпературных метасоматитов типично присутствие карбонатов, хотя бы в небольших количествах. Среди данных пород наиболее широко распространены пропилиты (хлоритовые, тальковые, актинолитовые породы), березиты, листовениты, альбититы (иногда со щелочными амфиболами), а также серпентиниты. Реже проявлены турмалиниты, хлоритоидные и некоторые другие низкотемпературные метасоматические породы, иногда содержащие в своем составе высоководосодержащие гидрослюда, пренит и минералы группы цеолитов.

### Позднеархейские метаморфические комплексы

На территории листа подтвержденные геохронологическими методами позднеархейские метасоматиты слагают симбозерский и ниемиярвинский комплексы. Метасоматиты данного времени были проявлены значительно шире, однако в большинстве случаев, вероятно, были преобразованы в ходе дальнейших эндогенных процессов.

**Симбозерский метасоматический комплекс.** В составе петротипа выделяются щелочные метасоматиты, представленные биотитовыми микроклинитами. Основные фации представлены пироксеновыми, оливин-пироксеновыми, диопсидсодержащими эпидот-гранат-амфиболовыми и кальцитовыми скарноидами, а также силлиманит-гранат-биотитовыми, жедритовыми и другими породами. В железисто-кремнистых метасоматитах главными минералами являются кварц и магнетит. В подчиненных количествах присутствуют кианит-кварцевые метасоматиты, а также гранат-клинопироксеновые скарноиды, альбититы и пропилиты. Кислотные метасоматиты комплекса обычно сопряжены с рудными телами железистых кварцитов. По двум пробам цирконов из эпидот-гранатового и магнетит-кальцит-доломитового метасоматитов было определено, что возраст формирования вмещающих гнейсов значительно древнее времени метасоматоза (конкордантные определения  $2784,2 \pm 8,5$  млн лет для пород субстрата и  $2644,2 \pm 9,4$  млн лет для наложенных процессов, SHRIMP-II, ЦИИ ВСЕГЕИ) (рис. 6).

Данные метасоматиты распространены в пределах Кольской ГЗО. Их выделение в отдельный комплекс обусловлено геологическим положением и особенностями состава. Метасоматиты развиты по гнейсам и амфиболитам кольского метаморфического комплекса, тяготея к образованиям железорудной толщи. Они наиболее распространены на территории смеж-

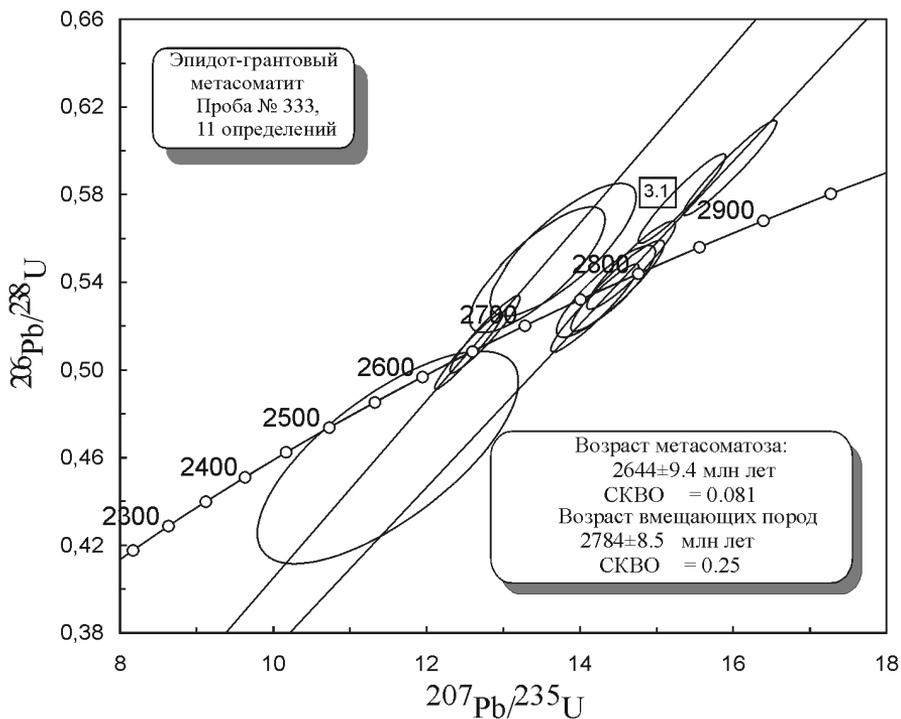
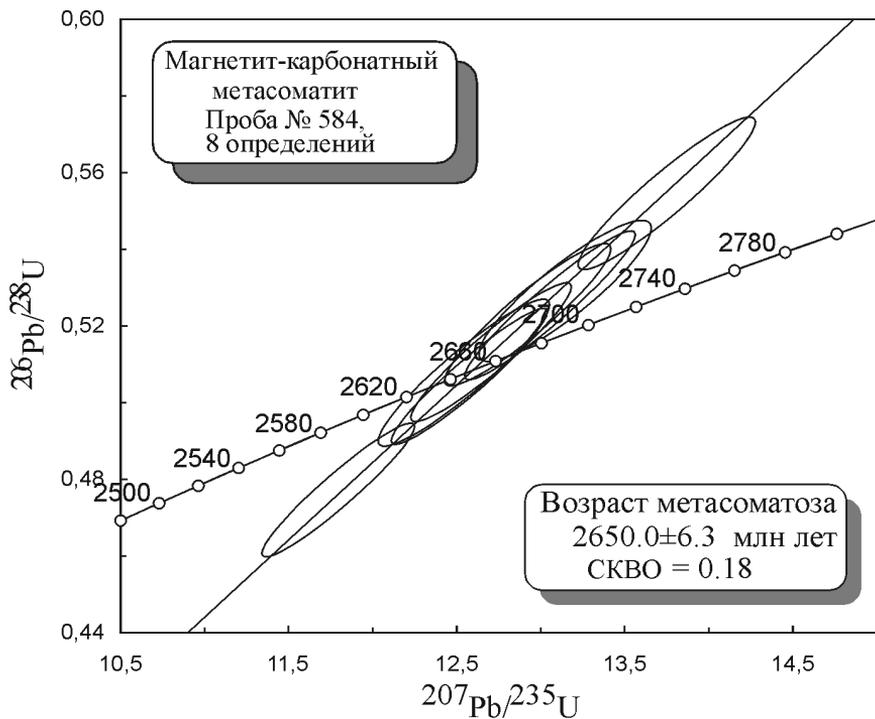


Рис. 6. Возраст формирования метасоматитов симбозерского комплекса.

ного листа R-36 в Центрально-Кольском блоке, где с ними связаны крупные месторождения железа (Оленегорское, Кировогорское и др.), а также в Титовско-Поросозерском ЗКП. На территории листа Q-36 образования симбозерского комплекса распространены в северной его части в районе оз. Симбозеро, пос. Ревда, г. Каменный Бор. Метасоматические образования данной территории неоднократно подробно описывались в литературе различными исследователями [510, 154, 214, 215]. В этих работах проведен детальный анализ состава и строения рудоносных структур месторождений железистых кварцитов Кольского полуострова с позиции теории самоорганизации. На основании полученных данных разработаны критерии для выделения диссипативных геологических структур, в состав которых входят и метасоматиты, сформировавшиеся на регрессивном этапе регионального метаморфизма.

Метасоматические образования представлены линзами, моноклинально залегающими согласно с гнейсовидностью и полосчатостью вмещающих биотитовых, лептитовых, биотит-амфиболовых, глиноземистых гнейсов и амфиболитов кольского метаморфического комплекса. Тела метасоматитов пересечены пегматитовыми жилами, дайками габбродиабазов, интрузиями габброноритов и гранитов. Размеры тел очень различны: длиной от первых метров до 3200 м на Оленегорском месторождении (лист R-36) при мощности от долей метра до 200 м, с раздувами до 300 м и более. Для этих образований характерна следующая зональность: в центральной части тел локализованы кислотные, существенно кварцевые разновидности. По периферии они окружены метасоматитами основного состава и гранат-диопсид-карбонатными, эпидот-карбонатными скарноидами. Преобладает полосчатая или массивная текстура пород.

В обобщенном виде зональность рудных метасоматических тел, по данным Г. Ю. Иванюка [214], является следующей (от центра к периферии):

- гематит-магнетитовые железистые кварциты с тальком, тремолитом и флогопитом;
- магнетитовые железистые кварциты с актинолитом, роговой обманкой и грюнеритом;
- сульфидно-магнетитовые железистые кварциты с геденберgitом и грюнеритом;
- магнетит-диопсидовые породы и различные скарноиды;
- магнетит-кальцит-доломитовые породы;
- вмещающие лептитовые и двуслюдяные гнейсы.

**Ниemiaрвинский метасоматический комплекс** характерен для внутренних зеленокаменных поясов Карельской гранит-зеленокаменной области, имеет состав скёли–пропилиты–березиты и типичен для областей метаморфизма низких и умеренных давлений. Среди среднетемпературных основных пород преобладают куммингтонит-гранат-роговообманковые метасоматиты. Кордиерит-антофиллитовая фация распространена локально. В подчиненных количествах известны гранат-жедрит-кордиеритовые, хлорит-альбитовые и хлорит-карбонатные фации. Низкотемпературные члены комплекса чаще всего образуют зональные тела, краевые части которых сложены эпидот-хлоритовыми пропилитами, а центральные – мусковит-

кварцевыми березитами. Последние часто содержат сульфидную вкрапленность, иногда в строении метасоматических тел принимают участие линзовидные массивные пирит-пирротиновые руды наложенного типа. В западнокарельских метавулканогенно-осадочных образованиях лопия усиливается роль магнетит-амфиболовых (рибекит, куммингтонит, актинолит или роговая обманка) и магнетит-кварцевых метасоматитов, принимающих участие в перекристаллизации магнетитовых руд. В составе преобладают гранат-куммингтонитовые, амфибол-гранат-магнетитовые и магнетитовые, биотит-гранатовые, эпидот-актинолитовые, кварцевые, мусковит-кварцевые, эпидот-хлоритовые, альбит-хлоритовые, мусковит-хлоритовые, эгирин-рибекит-роговообманково-калишпатовые метасоматиты, в ряде случаев – массивные сульфидные или магнетитовые руды [572].

Петротипом комплекса на листе Q-36 является проявление Ниемиярви, расположенное в западной части Костомукшской структуры, в 3,5 км к северо-востоку от северной оконечности оз. Ниемиярви (рис. 7). Метасоматиты этого района распространены вдоль тектонических зон, субсогласных с общим простираемием зеленокаменной структуры. Метасоматиты образуют протяженные кулисообразно расположенные разномасштабные тела, густой сетью «пропитывающие» вмещающие их породы. Мощность метасоматических зон составляет от первых сантиметров до 10–120 м, прослеженная протяженность – до сотен метров. В этом районе широко распространены как полнопроявленные метасоматиты, так и сравнительно слабо измененные породы [4, 150].

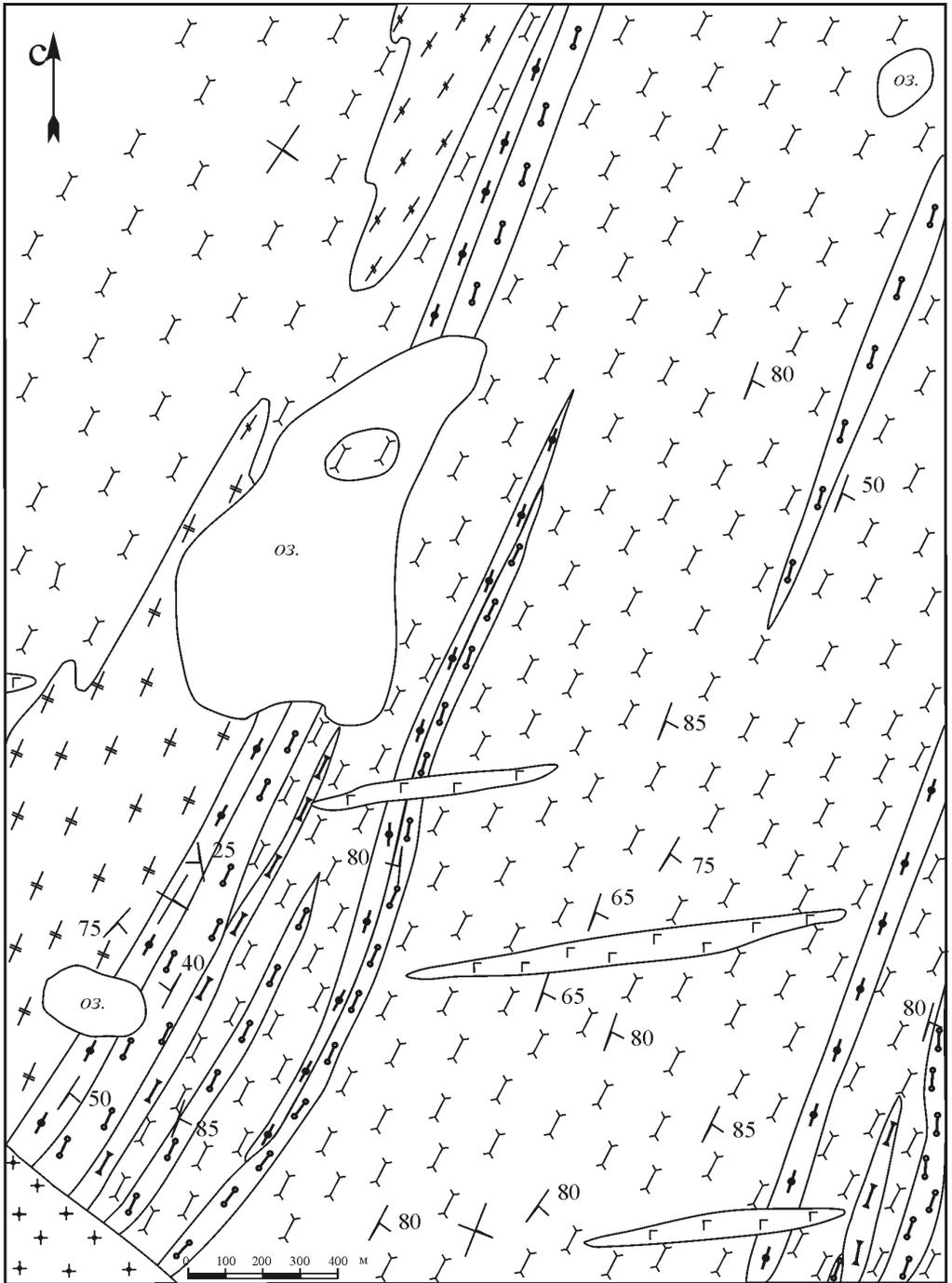
Метасоматическая зональность представлена следующими разновидностями (перечислены в последовательности их образования).

1. Гранат-амфиболовые, биотит-гранатовые, эпидот-актинолитовые метасоматиты ранней основной стадии образуют жиллообразные или линзовидные тела мощностью до 70–100 м.

2. Метасоматиты кислотной стадии, среди которых преобладают различные интенсивно окварцованные породы, проявлены даже по субстрату основного состава. Мощность отдельных тел от 5–7 до 30–40 м. В подчиненных количествах присутствуют пирит-мусковит-кварцевые березиты. При брекчировании на окварцевание наложена обильная сульфидная минерализация.

3. Эпидот-хлоритовые, альбит-хлоритовые и мусковит-хлоритовые метасоматиты относятся к наиболее низкотемпературным разновидностям данного комплекса, их мощность достигает 20–30 м. На них наложены эпидот-карбонатные жилы мощностью до 30–40 см.

Структуры пород порфиробластические или сланцеватые. Преобладают брекчиевидные или полосчатые текстуры, нередко сложенные полосами контрастного состава. Неполосчатые массивные магнетитовые кварциты принимают участие в метасоматической зональности, примыкая к зонам интенсивного окварцевания. Выделенные типы метасоматитов прорываются дайками и жилами раннепротерозойских базитов. Границы между породами различных щелочно-кислотных стадий обычно резкие, отчетливые. В некоторых случаях метасоматические стадии разделены тектоническими движениями (например, брекчирование зон окварцевания перед



- |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |   |     |   |        |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|--------|
| 1 | □ □ | 2 | + + | 4 | × × | 5 | ↖ ↗ | 6 | ↘ ↙ | 7 | ↖ ↙ | 8 | ↘ ↙ | 9 | + ↖ 75 |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|--------|

последующим основным метасоматозом). Среднетемпературные и низкотемпературные метасоматиты занимают сходное положение в последовательности эндогенных процессов и контролируются теми же структурными зонами.

Метасоматиты ниемиярвинского комплекса широко распространены в других ЗКП Карелии. В частности, в районе оз. Уросозеро (25 км к югу от г. Сегежа, лист Р-36) были изучены метасоматиты гранат-куммингтонитового и гранат-кварцевого состава. **U-Pb методом по циркону был определен их возраст  $2715,5 \pm 6,1$  млн лет (U-Pb по циркону).** Ранее полученное определение  $2517 \pm 15$  млн лет (U-Pb по циркону [279]) можно рассматривать как омоложенное за счет потери радиогенного свинца в метамиктных зернах цирконов.

### Раннепротерозойские метасоматические комплексы

К раннепротерозойским метасоматическим комплексам на территории листа относятся варзугский, аухтиярвинский, нигалмозерский, климовский, хизоварский, шууртуртинский и порьегубский.

**Шууртуртинский метасоматический комплекс** распространен преимущественно на территории смежного листа Q-37 в пределах Кейвского синклиория и синклинали Больших Кейв. Метасоматические образования этого района неоднократно описывались в литературе [50, 228, 559]. Среди метасоматитов комплекса широко распространены разнообразные кианитовые, гранат-амфиболовые, ставролитовые и кварц-полевошпатовые образования. В подчиненных количествах проявлены мусковит-кварцевые, гранат-роговообманковые и полевошпат-хлоритоидные породы. Среди углеродистых кианитовых сланцев встречаются субсогласные линзовидные и пластообразные тела массивных крупно- и гигантозернистых кианит-ставролитовых и гранат-ставролитовых метасоматитов с мусковитом, биотитом, иногда амфиболом. Нередко метасоматиты сопровождаются зонами интенсивного метаморфического порфиробластеза и связаны с ними постепенными переходами. Устанавливается отчетливая связь неоднократно проявленного метасоматоза с узкими, протяженными на многие десятки километров, зонами сдвиговых деформаций. Субстратом метасоматитов являются ставролитовые, кианит-ставролитовые, графит-кианитовые, слюдисто-кварцевые с гранатом сланцы и кварциты кейвской серии и биотитовыми, гранат-биотитовыми, биотит-амфиболовыми гнейсами, развитыми

---

**Рис. 7. Схема геологического строения и метасоматической зональности рудопроявления железа Ниемиярви.**

1 – дайки раннепротерозойских габбродолеритов; 2 – микроклин-плагиоклазовые гранодиориты; 4 – слюдисто-плагиоклазовые сланцы; 5 – плагиоклаз-амфиболовые сланцы; 6–8 – метасоматиты: 6 – гранат-амфиболовые, эпидот-актинолитовые и другие породы ранней основной стадии, 7 – зоны окварцевания с наложенной на них сульфидной минерализацией, магнетит-кварцевые метасоматиты (кислотная стадия метасоматоза), 8 – эпидот-хлоритовые, тальк-серпентиновые и другие метасоматиты поздней основной стадии; 9 – элементы залегания сланцеватости пород.

по метаосадкам и метавулканитам лебяжинской свиты понойской серии. Наблюдения, полученные при детальном картировании опорных участков, свидетельствуют об интенсивно проявленном кислотном выщелачивании с сопряженным переотложением базификатов. Наиболее характерными разновидностями метасоматитов являются существенно кианитовые породы с переменным количеством кварца, плагиоклаза, ставролита, биотита и мусковита, с которыми ассоциируют кианит-кварцевые жилы, а также участки плагиоклазитов и плагиосланцев.

Петротип комплекса расположен в центральной части Кейвского синклинария в районе горы Шуурурта (гряда Большие Кейвы, лист Q-37). Наиболее высокотемпературными и ранними являются гранат-амфиболовые, кианит-ставролитовые и гранатовые метасоматиты, широко распространенные по породам кейвской серии. Они обрамляют пластообразное тело существенно кианитовых пород по углеродистым глиноземистым сланцам кейвской серии длиной 3 км, шириной до 500 м (в ядре складчатой структуры), на крыльях – 90–100 м. В северо-восточной части тела параморфозы кианита достигают  $20 \times 5$  см. В тектонических зонах широко проявлен гранатовый, ставролитовый и амфиболовый порфиробластез с содержанием порфиробласт до 50–60%. Данные зоны имеют мощность от 1–3 до 30–50 м и протяженность в десятки километров, нередко сопровождаются мощными кварцевыми жилами. Метасоматические гранатиты с биотитом и кварцем широко развиты в виде линзовидных тел по тектоническим контактам кейвской и понойской серий.

На территории листа Q-36 метасоматиты шууруртинского комплекса распространены локально в районе гряды Западные Кейвы, где они преимущественно представлены кислотными гранат-кварцевыми и основными (существенно гранатовыми разновидностями). Метасоматиты образуют линзообразные и пластообразные тела, в которых содержание порфиробласт граната достигает 20%, реже 40–50%. Иногда встречаются желваки мелкозернистого агрегата альмандина в сростании с кварцем и кианитом. С этими метасоматитами связаны многочисленные проявления высококачественного абразивного граната [319, 320, 573].

Для определения возраста метасоматитов были выделены цирконы из среднезернистой плагиоклаз-кварц-кианитовой породы и проанализованы локальным U-Pb методом. Метасоматические обрастания кристаллов цирконов по локальным определениям U-Pb методом по циркону имеют дискордантный возраст  $1767 \pm 15$  млн лет (ЦИИ ВСЕГЕИ [91]).

**Варзугский метасоматический комплекс.** Раннепротерозойские метасоматиты состава хизовариты–пропилиты–березиты распространены на всей территории Имандра-Варзугской структуры и смежного с ней Терского зеленокаменного пояса [559]. Протяженные зоны локализации измененных пород прослеживаются на десятки километров при ширине выходов до первых сотен метров. Метасоматизм проявлен в зонах складчато-разрывных деформаций, имеющих преимущественно субширотное и северо-западное простирание. Метасоматиты этого комплекса были изучены в верхнем и среднем течении р. Варзуга, нижнем течении р. Пана, на возвышенности тригопункта «р. Индель», а также в районе ручья Пурумуйайе.

В верхнем и среднем течении р. Варзуга метасоматические образования приурочены к зонам сочленения Терского ЗКП с Имандра-Варзугской грабен-синклиналью на севере и Южно-Кольской складчатой зоной на юге, а также локализованы в центральной его части [29].

Петротипом комплекса является Кривецко-Япомская зона, разрез которой был вскрыт по берегам р. Варзуга выше и ниже по течению устья руч. Кривец. Здесь наблюдались наиболее дифференцированные зональные метасоматические тела сложного строения. Выделяются метасоматиты основного состава (силлиманит-гранат-биотитовые, гранат-жедритовые, гранат-роговообманковые), кислые (кварцевые, диопсид-кварцевые, мусковит-кварцевые с графитом, пиритом, арсенопиритом, пирротином), а также графитсодержащие полевошпатовые и диопсид-карбонатные породы. Зона прослеживается на 16 км в северо-западном направлении на листах Q-36 и Q-37. Мощность кулисообразно расположенных метасоматических тел Кривецко-Япомской зоны достигает 35–40 м. Метасоматиты развиты по биотитовыми, биотит-мусковитовыми, реже амфибол-биотитовым сланцами и гнейсами, часто гранат-, ставролит- и фибролитсодержащими имандровской серии верхнего лопия. Субстрат этих пород метаморфизован в условиях амфиболитовой фации андалузит-силлиманитовой серии и, позднее, кианит-силлиманитовой фашиальной серии регионального метаморфизма.

Метасоматические цирконы, выбранные для датирования, нередко имеют ярко выраженное гетерогенное строение. В связи с этим для корректного определения возраста формирования данных пород применялись локальные (по фрагментам кристаллов) методы с предварительными катодо-люминесцентными исследованиями. Особенности структуры и состава цирконов по главным элементам, наличие включений посторонних минеральных фаз и их состав исследовались в режиме композиционного контраста на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6460LV с энергодисперсионным детектором INCA в СПГГИ (ТУ) [428].

Возраст кварц-полевошпатовых и гранат-кварцевых метасоматитов, определенный методом SHRIMP-II по циркону (ЦИИ ВСЕГЕИ) и U-Pb методом по монациту и гранату (ID-TIMS, ИГГД РАН), составляет  $1904 \pm 10$  млн лет и  $1894 \pm 9$  млн лет соответственно, что находится в пределах аналитической погрешности и согласуется с ранее полученными данными по смежным районам [29]. Большинство изученных разновозрастных цирконов являются метасоматическими или в той или иной степени затронуты процессами метаморфических и метасоматических преобразований [292].

В верхнем течении р. Варзуга и в районе устья впадающей в нее р. Пана распространены основные и средние метавулканиты панской серии раннего протерозоя и амфиболовые и слюдястые сланцы по ним, а также биотит-амфиболовые сланцы, входящие в состав имандровской серии. В этом районе проявлены метасоматиты Панареченской структурной зоны. В результате проведенных исследований на территории листа Q-36 субширотная Панареченская тектоно-метасоматическая зона была прослежена от устья р. Пана в западном направлении на 10 км при ширине от 500 м до 2–3 км. Таким образом, Панареченская зона простирается от рудопроявления Ворговый на востоке (лист Q-37) до центральной части бассейна

р. Индель на западной смежной территории (лист Q-36) на расстояние не менее 50 км. Особенностью Панареченской тектоно-метасоматической зоны, в сравнении с Кривецко-Япомской, является преобладание в составе метасоматических тел графитистых мусковит-кварцевых разновидностей с пирит-пирроотиновой минерализацией. Содержание графита в некоторых пробах достигает 25–30% (в среднем 10–15%), сульфидов – 10% (в среднем 3–5%).

Субмеридиональными и северо-западными разломами сдвигового характера Панареченская зона расчленяется на отдельные фрагменты, протяженность которых измеряется первыми километрами. Один из них, в районе тригопункта Индель, представлен разнообразными тектонитами по метаандезибазальтам и андезитам имандровской серии. На исследованном участке широко распространены среднетемпературные метасоматиты (гранат-кварцевые, гранат-биотитовые), а также низкотемпературные (мусковит-кварцевые, альбитовые, альбит-карбонатные, хлорит-актинолитовые). Интенсивно проявлена графитизация, с содержанием графита до 15–25%. Местами наблюдаются линзообразные залежи анхимономинеральных черных сажистых пород мощностью до 3 м. Формирование графитизированных пород сопровождается широким развитием сульфидной минерализации. В результате этого процесса возникают тела густовкрапленных углеродисто-сульфидных руд мощностью выходов до 10 м. Как правило, с выветрелой поверхности породы кавернозны, на поверхности проявлены охры лимонно-желтого и красновато-кирпичного цвета, часто выражена прожилковая, гнездовая сульфидная минерализация и штокверкоподобное жильное окварцевание.

Зоны метасоматитов по образованиям карелия в Имандра-Варзугской грабен-синклинали прослеживаются на десятки километров в северо-западном направлении и тяготеют к Имандровскому и Вилмуайскому разломам. Полнопроявленные тела метасоматитов наиболее часто приурочены к узлам пересечения разломов. Наиболее хорошо они изучены на рудопроявлении золота Солёные Озера [582]. В районе рудопроявления развиты метаосадочно-вулканогенные породы панской серии. Здесь интенсивно проявлены низкотемпературные метасоматиты – карбонатные, альбитовые, кварцевые, хлоритовые, сопровождающие сульфидные руды халькопирит-пирит-пирроотинового состава.

Зоны метасоматитов в районе руч. Пурумуйе (правый приток р. Пана) развиваются по метаморфизованным осадочно-вулканогенным породам самингской свиты вепсийского надгоризонта, которые завершают разрез раннего протерозоя листа Q-36. Здесь также интенсивно проявлены низкотемпературные метасоматиты пропицит-березитового ряда, для которых характерны тектонические брекчии с кварц-карбонатным цементом или штокверкоподобные прокварцованные приразломные зоны.

**Порьегубский метасоматический комплекс** представлен основными (гиперстен-гранатовыми, диопсид-плагиоклазовыми (анортитовыми), жедрит-роговообманково-гранатовыми) и кислотными фациями (гиперстен-силлиманит-кварцевыми, гранат-силлиманит-кварцевыми, роговообманково-гранатовыми, гранат-кварцевыми) метасоматитов, сформировавшимися

в условиях гранулитовой фации высоких давлений в пределах Порьегубско-Умбинской тектонической пластины. Вмещающими породами являются эндербиты и чарнокиты, мезократовые и меланократовые амфибол-плаггиоклаз-пироксеновые и плаггиоклаз-пироксеновые кристаллосланцы, биотит-гранатовые, гиперстен-гранатовые гнейсы порьегубского и умбинского метаморфических комплексов.

Благодаря публикациям последних лет метасоматиты района Порьей губы достаточно хорошо изучены [9, 89, 90]. Петротип порьегубского метасоматического комплекса расположен на о. Паленый в Порьей губе Белого моря. Метасоматические преобразования проявляются в окварцевании гнейсов, обогащении их силлиманитом, сопряженным обособлением меланократовых компонентов в виде жилков и линз гиперстенового, гранат-гиперстенового, силлиманит-гранат-гиперстенового состава. Многие метасоматические разновидности представляют собой богатые кварцем силлиманит-гиперстеновые породы с бластомилонитовой структурой. Также проявлены железо-магнезиальные крупно- и гигантозернистые силлиманитсодержащие гиперстен-гранатовые породы с кварцевыми гнездами, участками богатыми сульфидами и содержащими многочисленные порфиробласты граната, достигающими в диаметре 12–15 см.

Породы с высокотемпературным и высокobarическим парагенезисом ортопироксен+силлиманит в Порьей губе обнаружены на о. Паленый и в районе о. Горелый, в пределах зоны бластомилонитизации северо-западного простирания шириной около 100 м (на о. Паленый) с установленной протяженностью около 15 км. На о. Паленый зона с этими породами расположена среди клинопироксеновых, двупироксеновых ( $\pm$  биотит и роговая обманка) и плаггиоклаз-ортопироксеновых ( $\pm$  биотит) кристаллических сланцев и плаггиогнейсов. Среди ортопироксен-силлиманитовых пород преобладают богатые кварцем Al-Si-Mg породы и кварциты с силлиманитом, высокомагнезиальными ортопироксеном и гранатом, плаггиоклазом, калиевым полевым шпатом и поздними кордиеритом и биотитом. Они имеют пятнисто-полосчатую, иногда тонкополосчатую текстуру, так как обладают всеми признаками бластомилонитов со «струйчатым» распределением минералов и отличаются неоднородным отчетливо зональным распределением минералов от полиминеральных до мономинеральных зон. Зональность представлена парагенезисами, в которых число минералов по мере их последовательного замещения и растворения (выщелачивания) закономерно уменьшается вплоть до образования гранат-ортопироксен-силлиманитовых, гранат-силлиманитовых, ортопироксен-силлиманитовых и силлиманитовых кварцитов с участками преимущественно кварцевого и силлиманитового состава. В кварцитах с ортопироксеном и гранатом присутствуют зерна шпинели, контактирующие с кварцем, что указывает на температуры формирования пород не менее 850°C при давлении не менее 10–12 кбар.

С окварцованными и кварцевыми ортопироксен-силлиманитовыми породами пространственно связаны разнообразные по составу богатые основаниями и щелочами (Fe, Mg, Ca, Na, K) порфиробластические и жильные породы: силлиманит-ортопироксен-гранатовые и силлиманит-кордиерит-ортопироксеновые, а также гранатовые, скаполит-диопсидовые,

силлиманит-биотитовые, биотит-ортопироксеновые, калишпат-биотитовые. В ортопироксеновых породах с силлиманитом и Al-Si- и Fe-Mg-состава встречается магнезиальный кордиерит, который кристаллизовался при метасоматических реакциях или входил в состав минеральных оторочек или симплектитов. Образование поздних ортопироксен-кордиеритовых симплектитов наблюдается и вокруг матричного граната, и вокруг более ранних симплектитов сростаний ортопироксена и силлиманита. По мере снижения температуры парагенезисы гранулитовой фации сменяются ассоциациями амфиболитовой фации: Hbl-Grt, Gd-Hbl-Grt, Grt-Hbl-Qtz. Такие породы широко проявлены в западной части Порьей губы в области снижения степени метаморфизма [49, 87; 89. 357].

Возраст метаморфизма различными методиками оценивается как 1924–1927 млн лет для вмещающих их умереннобарических основных гранулитов. Наиболее древние значения возраста ядер цирконов из метасоматической породы, вероятно, соответствуют возрасту магматического протолита (около 1963 млн лет). Время формирования метасоматитов, сформировавшихся в условиях около 10–12 кбар при температуре 860–910 °С, определено U-Pb-методом по цирконам как 1913–1914 млн лет [89] и  $1912 \pm 2$  млн лет [233] для кварц-гранатовой породы, секущей силлиманит-гиперстеновые образования.

**Аухтиярвинский метасоматический комплекс** распространен в Северной Карелии в пределах Куолаярвинского синклинория и в Панаярви-Соваярвинской структуре, где метаморфизм характеризуется условиями от амфиболитовой фации до зеленосланцевой с возрастанием P-T параметров к краевым частям структур [154, 34, 559 и др.]. Среди метасоматитов преобладают низкотемпературные пропициты и альбититы, в подчиненном количестве представлены листвениты и березиты. Возраст альбититов, определенный Ю. Д. Пушкаревым по титанатам Pb-Pb методом, составляет  $1750 \pm 50$  млн лет [206]. С пропицит-березитовыми ассоциациями известны проявления золота, с альбитит-лиственитовыми – редких и радиоактивных элементов.

На смежной территории Финляндии в той же геологической структуре, которая в финской литературе называется Куусамо (Kuusamo), известно более 30 месторождений и рудопроявлений метасоматического происхождения (Конттиахо, Юомасу и др.). Главными рудными элементами являются уран, золото и кобальт, локализованные в альбитит-лиственитовых метасоматитах. Возраст метасоматитов финскими геологами оценивается как постметаморфический – около 1,8 млрд лет [379].

Н. М. Шемякина [206] для данного района выделила две стадии раннепротерозойского метасоматоза, связанного с метаморфизмом. Это подтверждается современными геохронологическими материалами, но со значительными уточнениями. Метасоматические образования контролируются зонами складчато-разрывных деформаций. В первую, раннекарельскую (постъятулийскую) стадию проявился калиевый метасоматизм, в позднекарельскую (свекофеннскую) – натриевый [206]. Однако, по данным А. С. Воинова, Ю. С. Полеховского [111] и нашим материалам, пропициты, березиты, листвениты и альбититы нередко совместно слагают те же мета-

соматические тела и контролируются теми же структурно-тектоническими зонами. Это позволяет предполагать, что данные породы составляют единый метасоматический комплекс свекофеннского возраста. Анализ современных датировок, полученных по циркону, рутилу, апатиту и монациту U-Pb методом (SHRIMP-II, TIMS), приводит к выводу о формировании не менее двух масштабных этапов метасоматоза – ранне- и позднесвекофеннского времени (1,95 и 1,75 млрд лет соответственно).

Петротипом комплекса служит Аухтиярвинская зона метасоматитов, прослеживающаяся на 70 км в субмеридиональном направлении от оз. Пюхьярви на севере до оз. Кауттио на юге вдоль восточного фланга Куолярвинского синклинория. Метасоматизму подвергались гранитоиды архейского фундамента, основные метавулканиды, кварциты, мраморы ятулийского возраста и углеродистые сланцы людиковия. Зональные тела метасоматитов имеют протяженность по простиранию на расстояние свыше 1 км, мощность от 100 до 200 м. Наиболее мощные зональные тела изучены в районе озер Алим–Курсуярви (рис. 8), Куонаярви, на восточном и западном берегах оз. Аухтиярви. На этих участках проявлены сходные по минеральному составу метасоматиты (в последовательности их формирования):

1 – эпидот-амфиболовые и эпидот-хлоритовые пропилиты;

2 – хлорит-альбитовые и кварц-альбитовые альбититы с урановой минерализацией;

3 – альбит-кварцевые и карбонат-кварцевые метасоматиты, включая процессы наложенного прожилково-жильного и объемного прокварцевания с сульфидной минерализацией;

4 – альбит-карбонатные и пирит-карбонатные листвениты.

Последняя разновидность, содержащая до 50–70% сульфидов, является особо перспективной на благороднометалльную минерализацию, поскольку сопровождается резкой изменчивостью физико-химических условий формирования, «пропаривания» ранее сформированных пород, а также высокой флюидонасыщенностью.

В пределах Хосиярвинской субмеридиональной метасоматической зоны, расположенной западнее Аухтиярвинской зоны, гидротермально-метасоматические процессы завершаются образованием карбонат-кварцевых и кварцевых жил, особенно развитых и протяженных (до 1,5 км) на золоторудном месторождении Майское. Здесь установлена следующая последовательность метасоматических преобразований ([379] от древних к более молодым):

– спилитизация (Am, Chl, Ep, Ab), которой подвержены вмещающие основные метавулканиды куолярвинской серии;

– альбитизация (Ab, Rt, Qtz);

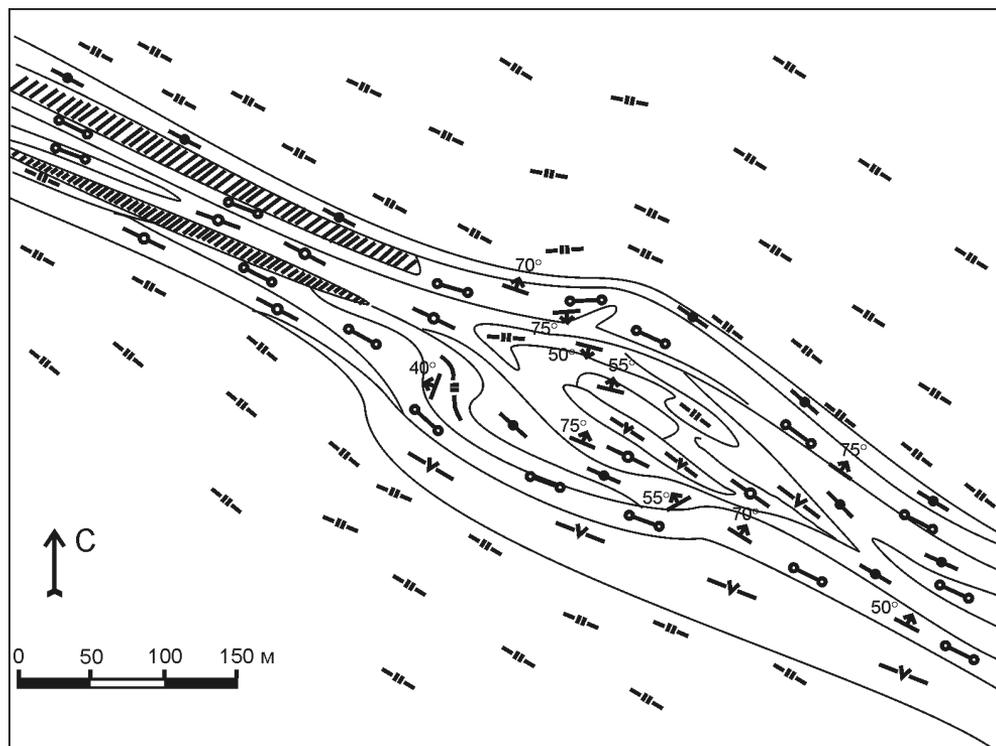
– железо-магнезиальный метасоматоз (Am, Chl, иногда Ab-Crb-Qtz и Plc, а также: Mag, Grt, Cht, St, Crd, Ath);

– амфиболовый порфиробластез по альбитовым породам;

– кремне-калиевые метасоматиты (Bt-Chl, при более интенсивном развитии процессов – Ms-Chl-Qtz и Ms-Qtz);

– карбонатно-кварцевые метасоматиты.

Наиболее поздними являются карбонат-кварцевые жилы.



- 1 2 3 4 5 6 7 8

**Рис. 8.** Схема геологического строения и метасоматической зональности рудопроявления урана Алим-Курсу-Ярви.

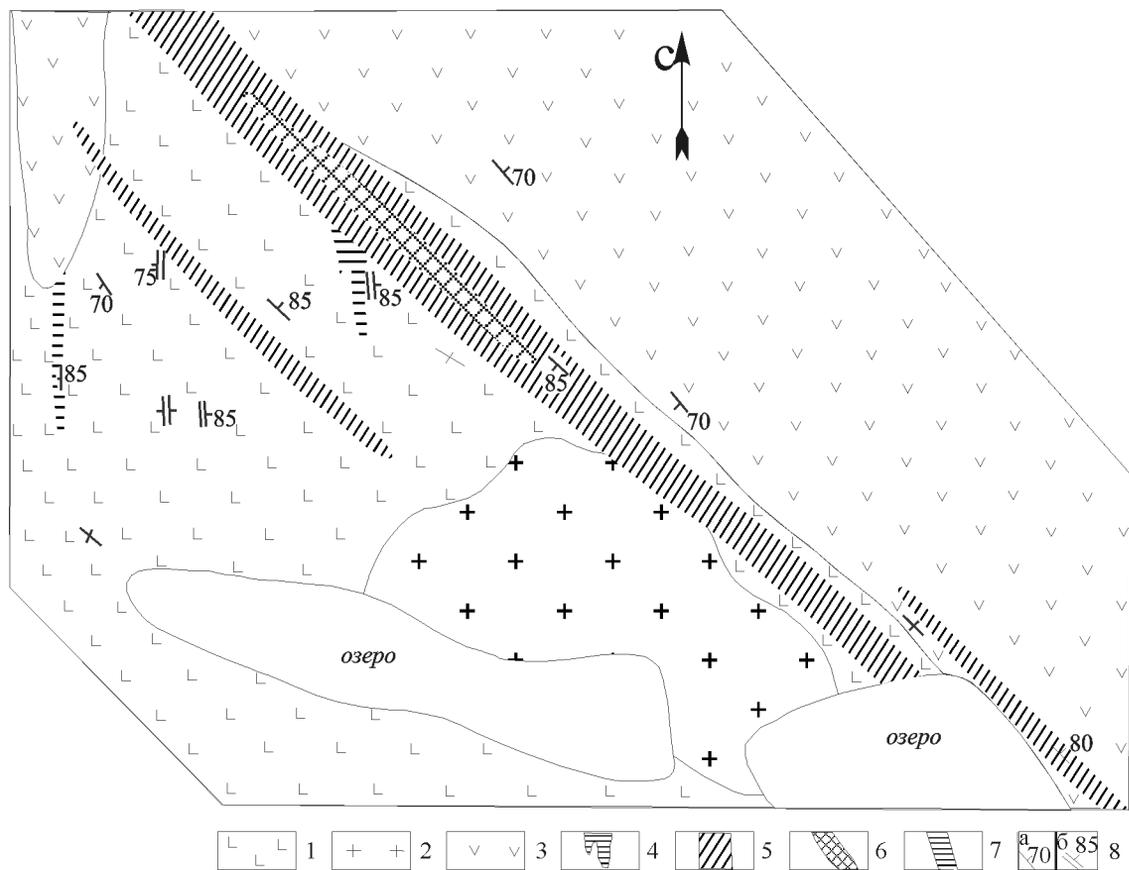
1 – углеродистые сланцы; 2 – метагаббро, амфиболовые сланцы; 3–5 – метасоматиты: 3 – амфиболовые, хлоритовые нерасчлененные; 4 – кварц-альбитовые, хлорит-альбитовые; 5 – альбит-карбонатные; 6 – пиритовые руды, альбит-карбонат-пиритовые и пирит-мусковит-кварцевые; 7 – элементы залегания сланцеватости.

Не менее масштабно метасоматические процессы проявлены в Панаярви-Соваярвинской структуре. Зоны метасоматитов приурочены к крутопадающим сдвигам в центральной части данной структуры. Протяженность метасоматических зон составляет не менее 20–25 км от устья р. Оуланка на западе до озер Нерис на северо-востоке. Наиболее интенсивно проявленные метасоматиты известны в районе скал Русскеанкалио, в урочищах Леппеля, Корпела, Алатало (Арола) на берегах оз. Панаярви, горе Миновара, Перявара-I, Перявара-II и на других участках. Метасоматиты развиваются по метагаббродолеритам и кварцитам куола-панарвинской серии ятулийского возраста, а также по разнообразным вулканогенно-осадочным породам сумия-сариолия. Обычно проявлены зональные тела протяженностью первые сотни метров при мощности 10–15 м. В краевых частях наблюдаются эпидотовые, эпидот-хлоритовые, актинолитовые пропилиты

и эпидозиты. С постепенным переходом они сменяются альбитизированными разновидностями до мономинеральных альбититов. Наблюдается большое разнообразие альбититов – от тонколейстовых мелкозернистых до крупнотаблитчатых пород. Широко распространены брекчии с альбит-карбонатным цементом. Альбититы подвергаются наложенной карбонатизации, серицитизации и более позднему окварцеванию, нередко содержат значительное количество гематита, что характерно для ураноносных эйситов.

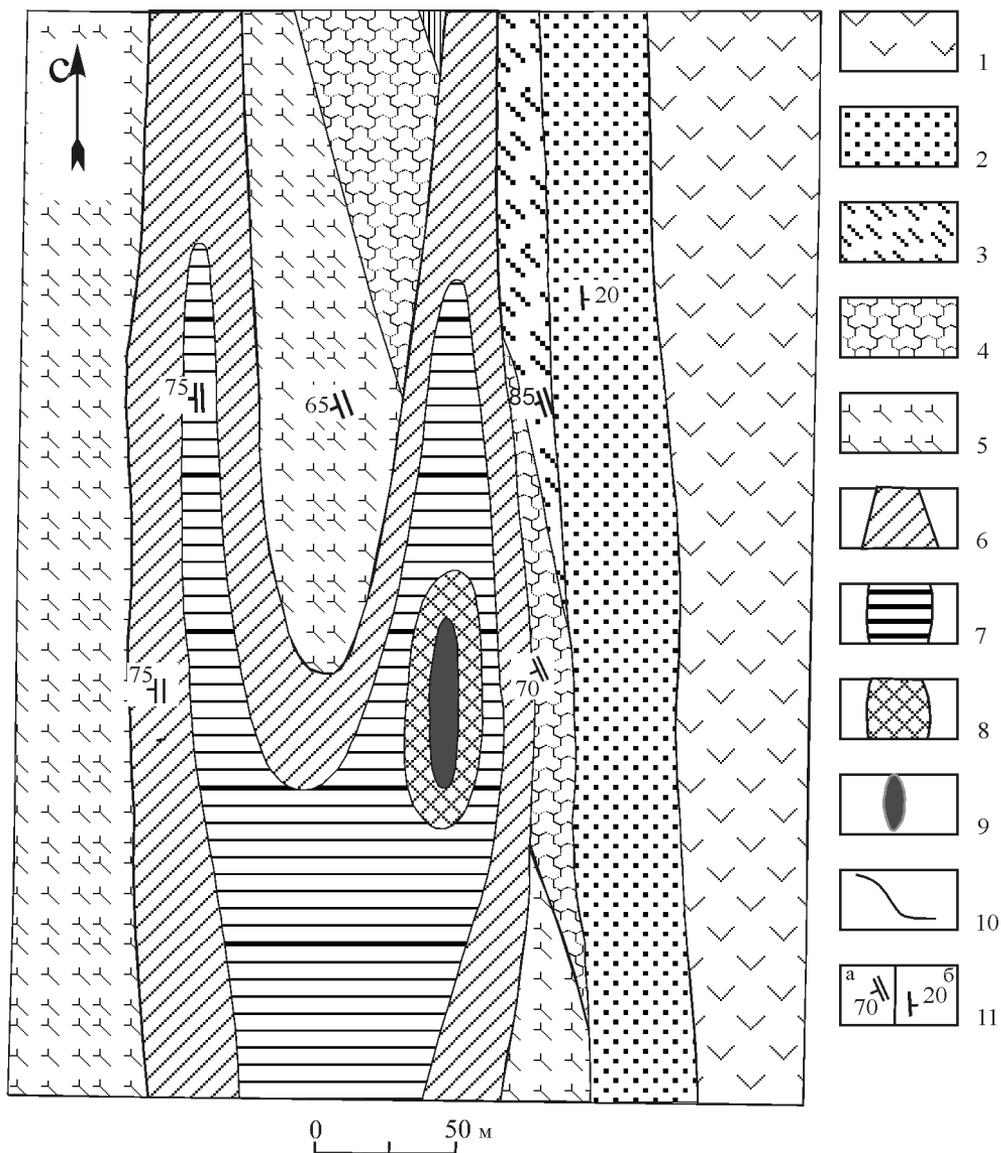
**Нигалозерский метасоматический комплекс** распространен на большей части территории Карельского кратона, где раннепротерозойский метаморфизм происходил преимущественно в условиях зеленосланцевой фации низких давлений. Наиболее интенсивно образование этого комплекса проявлены на листе Р-36, где протяженные зоны локализации одновозрастных метасоматитов сходного состава и рудоносности с перерывами прослеживаются на первые сотни километров. В пределах листа Q-36 нигалозерский комплекс метасоматитов развит в Лехтинской и Шомбозерской грабен-синклиналях и их обрамлении, в меньшей степени в Соповарской, Чирка-Кемской Калияюрвской структурах [88, 559]. Наиболее ранние фации представлены разнообразными по составу пропилитами (актинолитовыми, хлоритовыми, эпидотовыми), которые сменяются кислотными фациями (серицит-кварцевые, хлорит-кварцевые метасоматиты). К самой низкотемпературной части комплекса относятся карбонат-гальковые, рибекит-асбестовые, альбит-карбонатные и карбонатно-слюдистые метасоматиты, проявленные в основном на листе Р-36. В подчиненных количествах принимают участие хлоритоидные и турмалиновые метасоматиты. Метасоматоз преимущественно проявлен в раннепротерозойских зонах складчато-разрывных деформаций, имеющих северо-западное простирание, но нередко активизированы и позднеархейские субмеридиональные тектонические зоны.

Петротип комплекса расположен в Лехтинской структуре севернее оз. Нигалма (рис. 9, 10). Здесь метасоматические изменения проявлены в пределах крупной тектонической зоны северо-западного простирания протяженностью не менее 3–4 км, мощность достигает 80–100 м. Субстратом метасоматитов являются metabazalts и metaandezibazalts лопия и сариолия. Метаморфизм характеризуется пограничными условиями зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций. Периферические зоны тел метасоматитов представлены пропилизированными породами. Наиболее широко распространены эпидот-хлоритовые и карбонат-хлоритовые пропилиты. С эпидот-хлоритовыми породами нередко ассоциируют хлоритоидные метасоматиты. Они представлены хлоритоид-хлоритовыми разновидностями по периферии метасоматического тела и хлоритоид-кварцевыми – в центральной части. Они сменяются хлорит-альбитовыми метасоматитами. Центральные части метасоматических тел сложены существенно кварцевыми метасоматитами. Зона окварцевания имеет протяженность 1,2 км при видимой мощности выходов до 50 м. В ней наблюдаются эпидот-хлорит-кварцевые метасоматиты и хлоритоид-кварцевые метасоматиты с богатой сфалеритовой минерализацией, а также многочисленные



**Рис. 9. Схема геологического строения участка Нигалма-озеро.**

1 – биотит-хлоритовые и хлорит-амфиболитовые сланцы верхнего архея; 2 – позднеархейские гранитоиды; 3 – основные метавулканы сариолийского возраста; 4–7 – зоны локализации метасоматитов: 4 – мусковит-кварцевые березиты, 5 – эпидот-хлоритовые пропилиты, 6 – хлорит-кварцевые пропилиты и участки интенсивного окварцевания, 7 – хлорит-альбитовые альбиты; 8 – элементы залегания сланцеватости (а –  $S_1$ , б –  $S_2$ ).



**Рис. 10.** Схема геологического строения и метасоматической зональности рудопроявления свинца и цинка Нигалма.

1–2 – породы ятулийского возраста: 1 – основные метавулканыты, 2 – кварцито-песчаники; 3–5 – породы сариолийского возраста: 3 – кварциты, 4 – углеродистые сланцы, 5 – амфибол-хлоритовые и другие сланцы основного состава; 6–9 – метасоматиты: 6 – эпидот-хлоритовые, 7 – хлоритоид-хлоритовые, 8 – хлоритоид-кварцевые, 9 – участок сфалеритового оруденения в хлоритоид-кварцевых породах; 10 – геологические границы; 11 – элементы залегания (а – сланцеватости, б – слоистости).

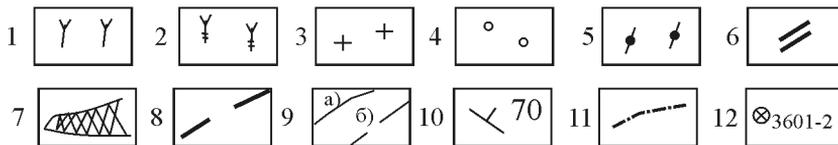
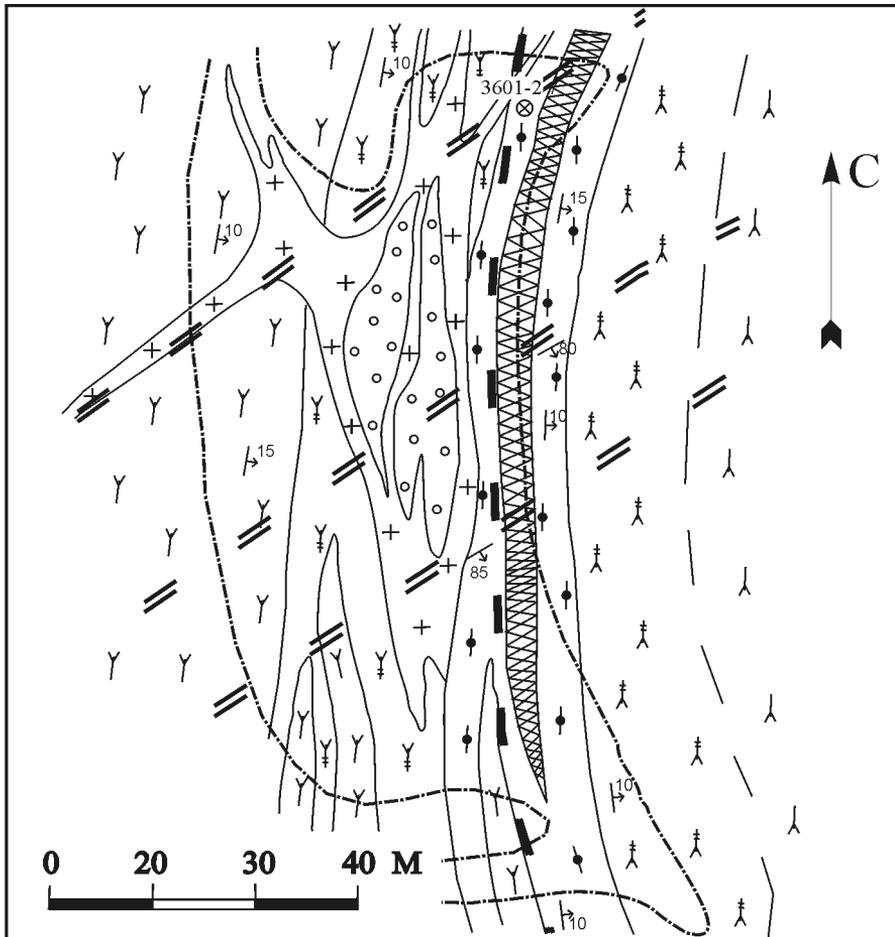
жилы и прожилки молочно-белого кварца, нередко с карбонатом [88, 559]. Мусковит-кварцевые березиты с халькопирит-пиритовой минерализацией проявлены локально.

**Климовский метасоматический комплекс.** В настоящее время установлено, что метасоматические породы широко распространены в Беломорской складчатой зоне [423]. Эти образования приурочены к локальным сдвиговым зонам складчато-разрывных деформаций и образуют линзовидные или жилообразные тела со сложной внутренней зональностью. Нередко они пространственно сопряжены с полями пегматитов чупинского комплекса. Метасоматиты весьма разнообразны по составу. Они представлены кианит-гранат-амфиболовыми, гранат-биотит-амфиболовыми, биотит-кварцевыми, хлорит-серпентиновыми, эпидот-скаполитовыми, карбонат-цеолитовыми разновидностями. В ряде тел присутствуют массивные сульфидные руды. Характерной особенностью метасоматитов, распространенных в Беломорской складчатой зоне, является присутствие корунда во многих проявлениях (Перкуселькя-I и II, Хетостров, Дядина Гора, Варацкое и др.).

Наибольшее количество метасоматических тел расположено в Чупинской и Пулоньской подзонах Беломорской складчатой зоны. Эта территория сложена архейскими гнейсами и амфиболитами лоухского и хетоламбинского подкомплексов беломорского метаморфического комплекса, метаморфизованными в условиях амфиболитовой фации повышенных давлений и комплексами мигматит-гранитов средне- и позднеархейского возраста. Во время раннепротерозойской активизации произошло внедрение ультрамафит-мафитовых интрузий куземского комплекса (сумий) и позднесвекофенских пегматитов чупинского комплекса. Характерно кустовое или кулисообразное расположение тел пегматитов и метасоматитов. Выделяются три зоны преимущественного развития метасоматитов: Варацкая, расположенная на северо-западном берегу Варацкого озера; Климовская, охватывающая полосу между рудниками Плотина и Чкаловский. Картешская зона прослеживается вдоль побережья Белого моря от мыса Песчаный до о. Кереть Чупинской губы. Зоны трассируются отдельными телами метасоматитов на 20–40 км при ширине от 3 до 10 км. Однотипные метасоматиты установлены в районе пос. Хеталамбино.

Петротип климовского комплекса представлен метасоматитами рудопроявлений Климовское и Варацкое.

Рудопроявление Климовское расположено южнее пос. Чкаловский на территории Климовского пегматитового карьера (ныне затоплен). Выделяются сложнопостроенные зональные тела метасоматитов, в состав которых входят среднетемпературные основные (кианит-гранат-амфиболовые, гранат-биотит-амфиболовые, гранат-флогопитовые) и кислотные (кианит-кварцевые, гранат-биотит-кварцевые) фации, а также низкотемпературные хлорит-серпентиновые, эпидот-скаполитовые, карбонат-цеолитовые метасоматиты (рис. 11). В строении метасоматических тел принимают участие обохренные массивные сульфидные руды, преимущественно приуроченные к низкотемпературным разновидностям в виде линз. Вмещающими являются чередующиеся кварц-плагиоклаз-биотитовые,



**Рис. 11. Схема геологического строения и метасоматической зональности рудопроявления благородных металлов Климовское.**

1–2 – хетоламбинский подкомплекс беломорского метаморфического комплекса: 1 – ортоамфиболиты, амфиболовые гнейсы, 2 – измененные амфиболовые гнейсы; 3 – пегматитовая жила; 4 – кварцевая ось пегматитовой жилы; 5 – кианит-гранат-амфиболовые, гранат-биотит-амфиболовые, гранат-флогопитовые, кианит-кварцевые, гранат-биотит-кварцевые метасоматиты; 6 – зоны хлорит-серпентиновых, эпидот-скаполитовых, карбонат-цеолитовых метасоматитов; 7 – зона сульфидных руд; 8 – разломы; 9 – геологические границы: а – достоверные, б – предполагаемые, 10 – элементы залегания сланцеватости, 11 – контур карьера, 12 – место отбора геохронологической пробы.

амфиболовые гнейсы и амфиболиты хеталамбинского подкомплекса беломорского метаморфического комплекса. Метасоматическое тело, вскрытое в Климовском карьере, имеет мощность 10–15 м, протяженность 250 м. Протяженность зоны по данным бурения – до 150 м [501].

В Климовском карьере устанавливается следующая метасоматическая зональность:

1 – амфибол-биотитовые слюдиты мощностью первые десятки см, иногда с гранатом;

2 – мощная (до 8 м) зона эпидотсодержащих биотит-амфибол-плаггиоклазовых пород, участками скаполитизированных, содержащих мусковит, карбонаты. В этих породах встречаются линзы мусковит-плаггиоклазового состава, микроклиновые прожилки, а также прослой эпидот-биотит-хлоритового состава с переменным количеством плаггиоклаза и амфибола;

3 – зона хлоритизированных плаггиоклазовых амфиболитов с гранатом, скаполитом, эпидотом (мощностью около 0,5 м) с постепенными переходами с вмещающими породами;

4 – гранатозные амфиболиты по плоскостям гнейсовидности амфиболиты участками оталькованы, хлоритизированы, биотитизированы в ходе более поздних низкотемпературных преобразований;

5 – хлоритизированный кианит-гранат-биотитовый метасоматит (мощностью около 0,5 м) с большим количеством основного плаггиоклаза, резорбированным кианитом и крупными выделениями альмандина;

6 – гранат-биотит-амфиболовые гнейсы (мощностью около 1 м) с плаггиоклазом, небольшим количеством кианита, титанита, ильменита, пирротина, халькопирита;

7 – прослой хлоритита (0,2–0,5 м) с реликтами биотита, амфибола, плаггиоклаза. В этой породе содержатся алюмохромит и сульфиды: пирротин, пентландит, пирит, халькопирит, кобальтин, с которыми ассоциируют минералы висмута, теллура, платиноидов, золота;

8 – хлоритизированный амфиболовый гнейс.

А. М. Ахмедовым с соавторами [33 и др.] были выделены рудоносные тела (до 2–4 м мощности) субсогласно залегающих метасоматитов в полных тектонических структурах. С ними связаны повышенные содержания благородных металлов (Au – до 2 г/т, Pd – до 0,25 г/т). Характерной особенностью рудоносных метасоматитов являются наложенные графитизация и сульфидизация, субсогласные со сланцеватостью и полосчатостью. Среди рудных минералов преобладают пирит и пирротин, в подчиненных количествах были определены халькопирит, галенит, молибденит и самородный висмут.

На вторично-ионном масс-спектрометре SHRIMP-II в ЦИИ ВСЕГЕИ были проанализированы цирконы (локальный U-Pb метод) из главных разновидностей метасоматических пород. Возраст гранат-кварцевого метасоматита климовского проявления, определенный U-Pb методом по цирконам, составляет  $1897 \pm 23$  млн лет (рис. 12). Благороднометалльная минерализация, по-видимому, преимущественно связана с позднеархейским этапом формирования Чупинского сегмента Беломорского подвижного пояса. Вторичная перекристаллизация этих пород относится к раннепротерозойскому времени

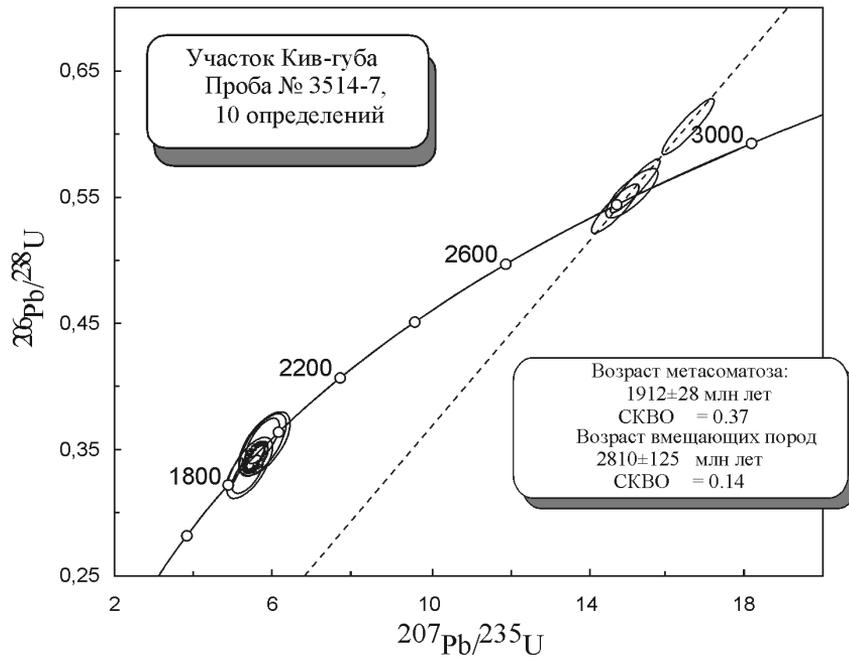
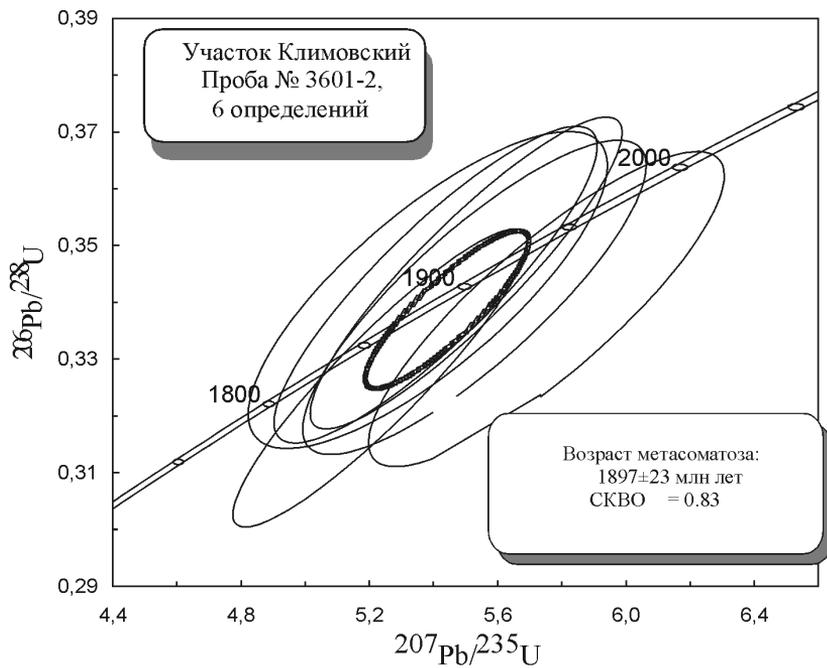


Рис. 12. Возраст формирования метасоматитов климовского комплекса (участки Климовский, Кив-губа).

и соответствует регрессивному этапу свекофеннского регионального метаморфизма.

Проявление Варацкое расположено в 6 км южнее пос. Чупа, вблизи северного берега оз. Варацкое [559, 572]. В данном районе широко распространены кианит-гранат-биотитовые гнейсы лоухского подкомплекса. Условия метаморфизма достигали высокотемпературной части амфиболитовой фации повышенных давлений.

Метасоматическое тело линзовидной формы прослежено по простираю на 150 м при ширине выходов до 40–50 м (рис. 13). Субширотная зона локализации метасоматитов прослежена по простираю на 2 км. Контакты с вмещающими гранат-биотитовыми гнейсами субогласные, постепенные, реже резко проявленные. По составу преобладают немато-гранобластовые гранат-ставролит-плаггиоклаз-роговообманковые метасоматиты, к центру тела постепенно переходящие в мономинеральные амфиболитовые породы. Метасоматиты наложены на метаморфическую сланцеватость, преобладают

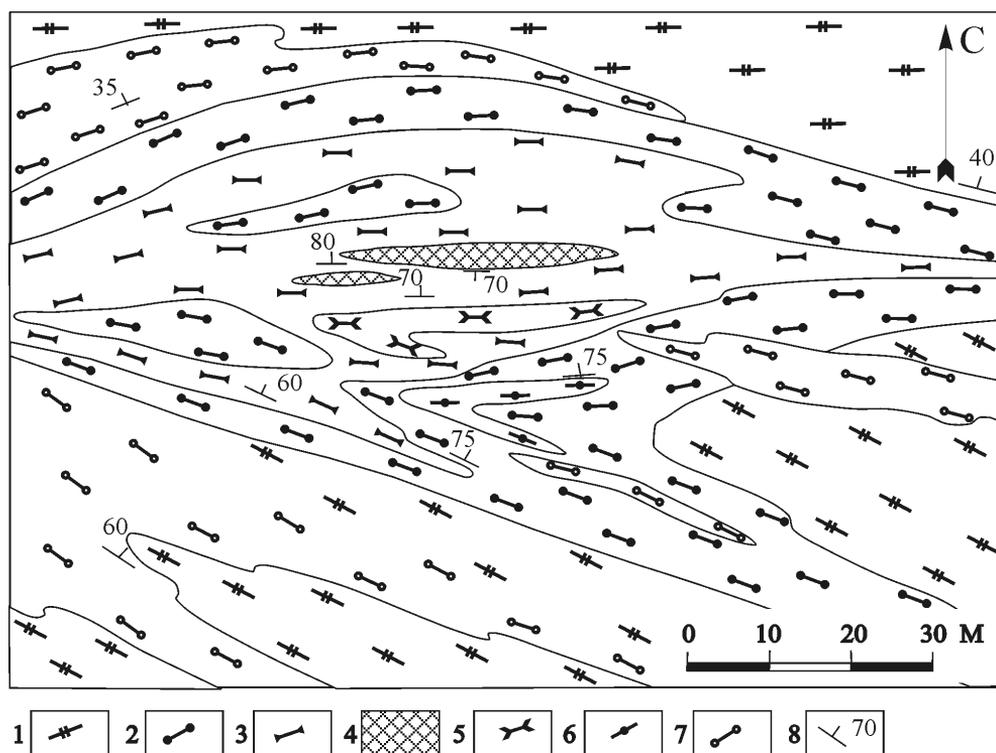


Рис. 13. Схема геологического строения и метасоматической зональности проявления корунда Варацкое.

1 – мигматизированные кианит-гранат-биотитовые гнейсы беломорского комплекса; 2 – биотит-гранат-роговообманковые метасоматиты; 3 – ставролит-гранат-роговообманковые и мономинеральные роговообманковые метасоматиты; 4 – порфиробластические шпинельсодержащие гранат-жедрит-биотит-хлоритовые метасоматиты; 5 – роговообманково-клиноцоизитовые метасоматиты; 6 – корунд-плаггиоклаз-амфиболитовые метасоматиты; 7 – гранат-плаггиоклазовые метасоматиты; 8 – элементы залегания сланцеватости.

массивные или грубополосчатые текстуры. Гранатовые, клиноцоизитовые и корундсодержащие разновидности распространены локально. Кварц и кианит исчезают в самой внешней части тела. В окрестностях оз. Варацкое были обнаружены отдельные тела метасоматитов кислого состава ( $St+Ky+Grt+Qtz$ ,  $Hbl+Ky+Grt+Qtz$ ,  $Pl+Bt+Grt+Ky$ ), иногда сохраняющиеся только в виде мало мощных реликтов среди меланократовых амфиболовых пород.

Центральная часть тела сложена порфиробластическими гранатовыми метасоматитами со специфической зональностью. Крупные ограненные порфиробласты граната, достигающие 20–30 см в поперечнике, обрамляются роговой обманкой с вростками железистой шпинели (плеонаст), далее – шпинель-жедритовой зоной, за которой следует оторочка магнезиального жедрита с врастаниями светлоокрашенного биотита и высокомагнезиального хлорита. Такие зональные округлые «желваки» размером до 50 см в поперечнике «цементируются» почти мономинеральной серебристой хлоритовой тканью. В данной зональности от центра к периферии непрерывно увеличивается магнезиальность всех минералов и парагенезисов в целом.

Клиноцоизитовые метасоматиты образуют линзовидные зоны мощностью до 5–8 м. Они представлены среднезернистыми породами зеленовато-серого цвета, в которых плагиоклаз почти нацело замещается зональными идиоморфными кристаллами клиноцоизита (содержание до 60–90%) в ассоциации с роговой обманкой. Переходы к плагиоклаз-роговообманковым породам постепенные, однако они проявлены на небольших интервалах.

Корунд приурочен к локальной V-образной зоне, в пределах которой преобладает ассоциация  $Crn$  (3–7% состава породы)+ $Pl$  (5–15%)+ $Hbl$  (70–90%), иногда с единичными зернами ставролита. Хорошо ограненные полупрозрачные кристаллы корунда розового цвета достигают в длину 1–2 см. Нередко наблюдаются отчетливые ростовые ступенчатые грани, свидетельствующие об условиях быстрого их формирования.

Самыми поздними разновидностями метасоматитов являются гранат-плагиоклазовые породы, обрамляющие по периферии железо-магнезиальные фации и отчасти их корродирующие. Они представляют собой линзовидные или жилообразные тела ярко-белого цвета с неоднородной мелкой вкрапленностью красного граната. Содержание основного плагиоклаза (лабрадор-битовнит) составляет от 70 до 95%. Осветленные вмещающие породы представлены ставролит-гранат-роговообманково-плагиоклазовыми метасоматитами мощностью от 0,5 до 10–12 м. Конкордантный возраст гранат-кианит-роговообманковых и плагиоклаз-роговообманковых метасоматитов, определенный методом SHRIMP-II по циркону, составляет  $1931 \pm 54$  млн лет и  $1878 \pm 34$  млн лет соответственно (рис. 14). Сходные по составу метасоматиты известны также на месторождении корунда Хетостров и на рудопроявлении Дядина Гора [423].

Картешская зона была изучена в районе мыса Песчаный (Кив-губа Белого моря). Здесь в амфиболитах были выделены тела гранатовых и амфиболовых метасоматитов, в которых широко проявлена наложенная вкрапленная, гнездово-вкрапленная, реже прожилково-вкрапленная или массивная сульфидная минерализация («фальбанды»). Сульфиды пред-

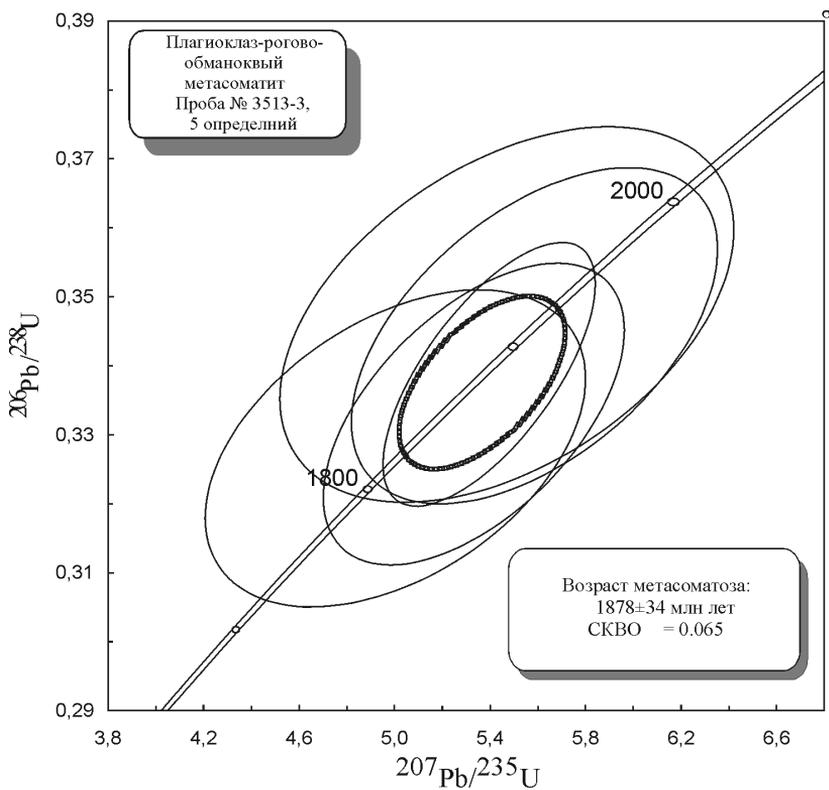
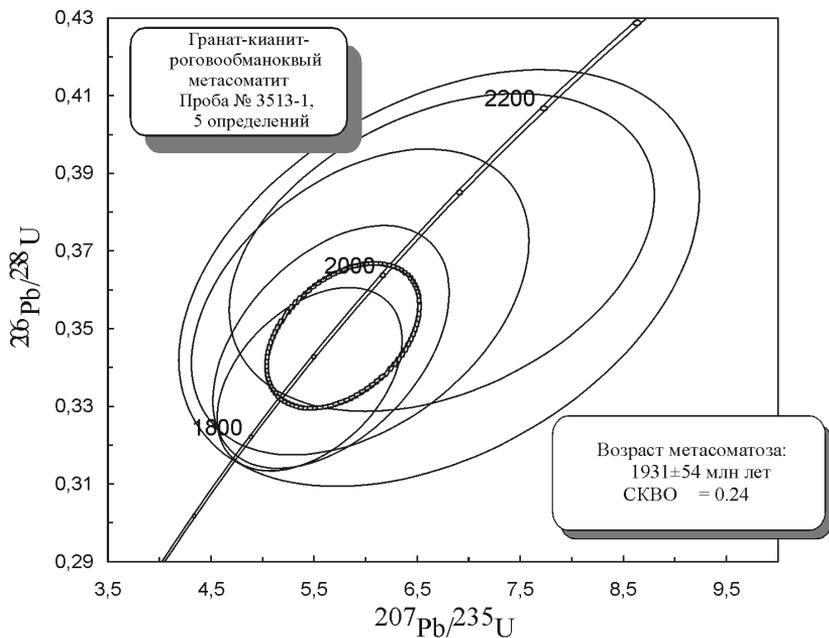


Рис. 14. Возраст формирования метасоматитов климовского комплекса (участок Варацкое).

ставлены пиритом, пирротином, халькопиритом, реже галенитом и молибденитом. В обнажениях фальбанды наблюдаются в виде характерных ржаво-бурых полос с налетами вторичных минералов («медная зелень»). Зоны сульфидизации прослеживаются на расстояние многих десятков и сотен метров. Их мощность варьирует от первых сантиметров до 2–3 м со средним содержанием сульфидов 10–15%. Данные фальбанды (с перерывами) наблюдаются в полосе длиной до 20 км при ширине в 3–5 км. Возраст пирротин-амфибол-плаггиоклазовых метасоматитов, определенный методом SHRIMP-II по циркону, составляет  $1912 \pm 28$  млн лет (рис. 12), что в пределах аналитической погрешности вполне коррелируется со смежными районами.

В Южно-Беломорской подзоне Беломорской складчатой зоны были изучены метасоматические образования в районе пос. Поньгома. В результате проведенных работ на северном побережье Поньгомской губы была выделена крупная тектоническая зона субширотного простираения. Она непосредственно прослежена по простираению на 700 м при ширине 200–250 м, хорошо видна на космических снимках на расстоянии не менее 15 км. В ее состав входят меланжированные породы Беломорской зоны, разнообразные тектониты и тела гранатовых, кианит-гранатовых и амфиболовых метасоматитов. Отмечается эпигенетическая сульфидная минерализация. По своему строению и структурному положению Поньгомская зона наиболее близка к Картешской. Возраст кианит-кварцевых метасоматитов, определенный методом SHRIMP-II по циркону, составляет  $1851 \pm 13$  млн лет. К этому же комплексу, по-видимому, относятся и широко распространенные хизовариты в районе месторождения граната Шуерецкое [145].

**Хизоварский метасоматический комплекс** характерен для Тикшеозерского и Пибозерского краевых зеленокаменных поясов Карельской гранит-зеленокаменной области, где интенсивно проявлен раннепротерозойский метаморфизм амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций повышенных и умеренных давлений, наложенный на позднеархейскую метаморфическую ассоциацию. Образования комплекса наиболее хорошо изучены в Тикшеозерском ЗКП [145, 559, 572]. Региональная зона метасоматической переработки вмещающих пород трассируется отдельными телами в субмеридиональном направлении в центральной части ЗКП от южного побережья оз. Кереть на юге до оз. Нотозеро на севере, где она разветвляется на две ветви: субширотно-северо-западную, вдоль побережья оз. Кукас, и северо-западную, прослеживающуюся до системы озер Кичаны. Проявления геохимически контрастного метасоматоза приурочены к участкам осложнения основной субмеридиональной структуры субширотными флексурами, продольными и диагональными разломами.

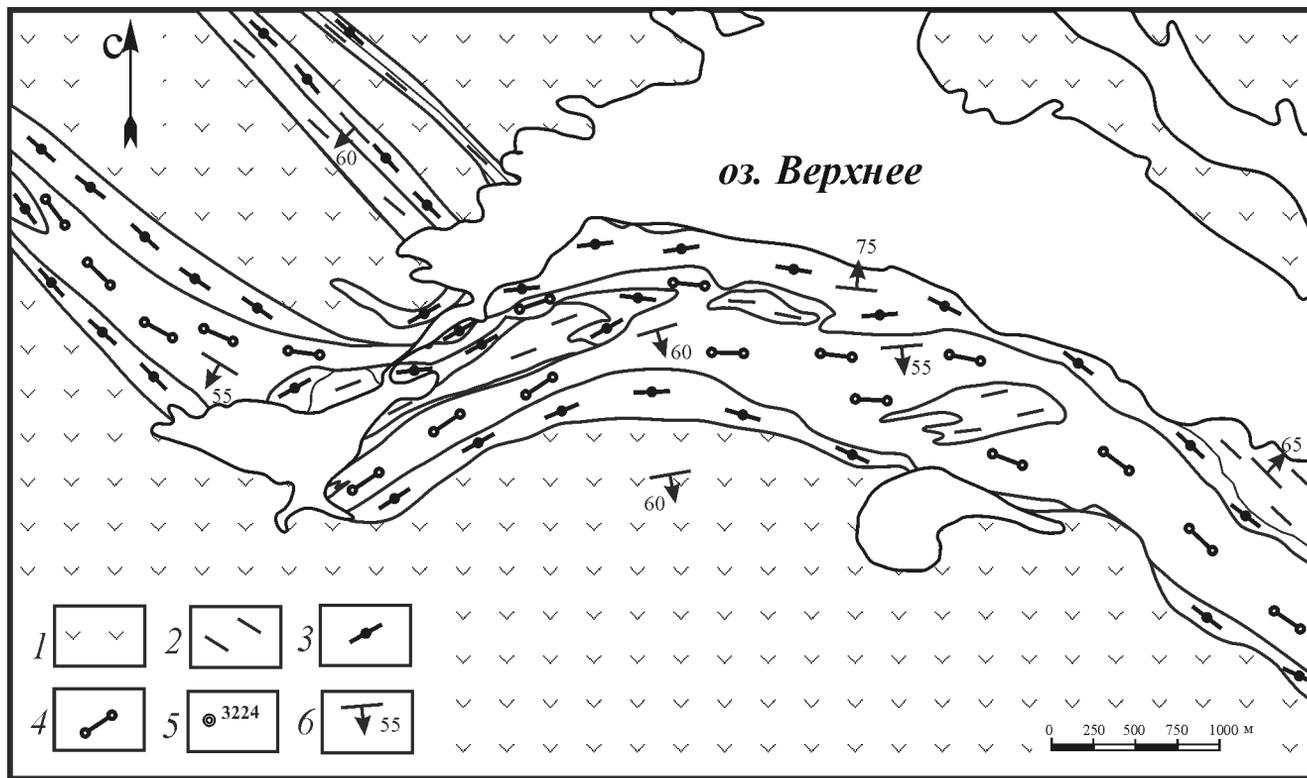
В составе комплекса преобладают среднетемпературные метасоматиты, относящиеся к основным (жедрит-гранат-куммингтонитовые, гранат-биотит-роговообманковые, кианит-антофиллитовые, ставролит-хлоритовые) и кислотным (гранат-кварцевые, кианит-гранат-кварцевые, слюдисто-кварцевые) фациям хизоваритов. Низкотемпературные фации присутствуют в подчиненном количестве. С кислотными разновидностями метасоматитов связано объемное окварцевание, сульфидная минерализация с арсенопи-

ритом и золотом. Характерной особенностью комплекса является высокая кислотная агрессивность флюидов, что находит свое отражение в широком развитии кианит-кварцевых метасоматитов с развитием комплементарных железо-магнезиальных метасоматитов.

Петротип комплекса находится в районе горы Хизовара (Хизоварское месторождение кианита), оз. Верхнее, горы Шаривара (Шариварское рудопроявление граната), где изучены мощные зоны интенсивно измененных основных метавулканитов тикшеозерской серии среднего лопя [145]. Породы метаморфизованы в условиях амфиболитовой фации повышенных давлений. В последовательности формирования метасоматитов выделяются кислотные (кианит-кварцевые, мусковит-кварцевые, кварц-кианитовые) и основные (гранат-амфиболовые, кианит-антофиллитовые и гранат-ставролитовые) породы. Зона кварц-кианитовых метасоматитов имеет линзовидную форму длиной до 1 км и мощность 80–100 м. Установлены наложенные процессы мусковитизации и окварцевания, сопровождаемые обильной сульфидной вкрапленностью (рис. 15). Мощность зон интенсивной сульфидизации составляет 1–6 м. Возраст метасоматитов хизоварского месторождения, определенный из кварц-кианитового метасоматита U-Pb методом по циркону, составляет  $1867 \pm 13$  млн лет (рис. 16).

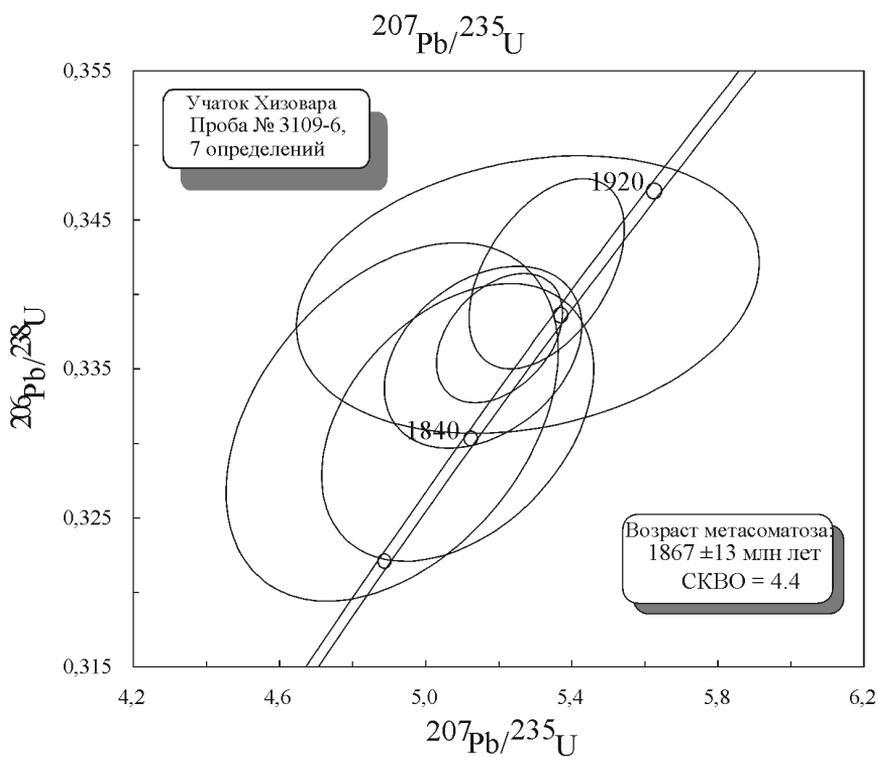
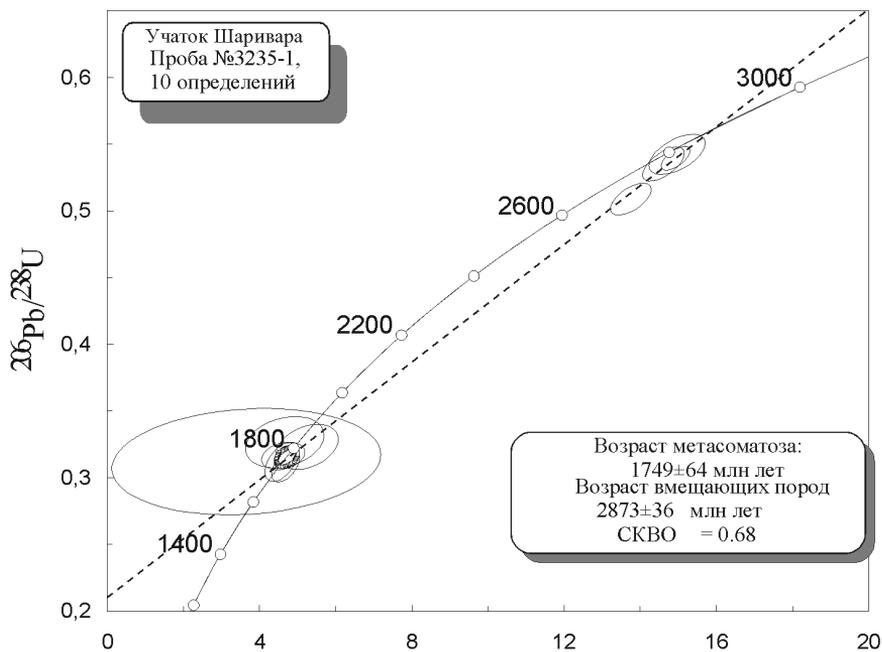
В 4 км южнее Хизоварской зоны, в 2 км к северо-востоку от горы Шаривара изучено крупное (мощность до 200 м при протяженности не менее 500 м) Шариварское сложнопостроенное зональное тело метасоматитов (рис. 17). Здесь широко проявлены метасоматиты основного состава, среди которых наблюдаются гранат-ставролит-биотит-амфиболовые, биотит-ставролит-гранатовые, кианит-антофиллитовые разновидности. Особо следует отметить зону кианит-антофиллитовых метасоматитов мощностью около 8 м в районе горы Шаривара, в которых проявлены недеформированные средне-крупнозернистые радиально-лучистые агрегаты сростков антофиллита и роговой обманки, с которыми ассоциируют голубые или ярко-синие кристаллы кианита. Это указывает на постметаморфический характер перекристаллизации пород. Наиболее крупная зона мощностью около 75 м представлена перемежающимися гранат-кианит-кварцевыми и гранат-ставролит-биотит-амфиболовыми метасоматитами. Кристаллы граната с содержанием около 40–50% объема породы образуют порфириобласты сложного строения размером от 2 до 8 см, нередко имеют гелицитовую структуру, наследующую общий структурный план. В основной ткани преобладает кианит, образующий кристаллы до 1,5 см в длину, и основного плагиоклаза. Ставролит формирует скопления крупных (до 3–9 см) скелетных кристаллов. Также проявлены постепенные переходы к измененным гранатовым амфиболитам и метавулканитам. Общая мощность выходов переходной зоны составляет до 40 м. В амфиболитах проявлены наложенные бласты антофиллита и граната до 1 см. В обрамлении метасоматического тела находятся неизменные мелкозернистые биотит-амфиболитовые сланцы по основным вулканитам.

Для определения возраста процессов перекристаллизации, проявленных в Шариварской метасоматической зоне, из гранат-ставролит-биотит-амфиболовых и плагиоклаз-гранат-ставролитовых метасоматитов были



**Рис. 15. Схема геологического строения и метасоматической зональности района Хизоварского месторождения кианита.**

1–2 – хизоварская свита тикшеозерской серии среднего лопя: 1 – биотитовые и биотит-амфиболовые гнейсы, амфиболиты, гранатовые амфиболиты, 2 – биотитовые гнейсы с кианитом, ставролитом и гранатом; 3–4 – метасоматиты и метасоматически измененные породы: 3 – метасоматические породы преимущественно основного состава (амфибол-гранатовые, гранат-полевошпатовые, ставролит-гранатовые и др.), 4 – метасоматиты преимущественно кислого состава (кианит-кварцевые, полевошпат-кианитовые, мусковит-кианитовые); 5 – точки наблюдения и их номера; 6 – элементы залегания сланцеватости пород.



**Рис. 16.** Возраст формирования метасоматитов хизоварского комплекса (участки Хизовара и Шаривара).



минеральных парагенезисов. В районе оз. Степаново выделяются субпараллельные или кулисообразно расположенные тела метасоматитов гранатного состава мощностью до 10 м. Краевая часть тел сложена гранат-амфиболовыми породами, тогда как центральная часть представлена гранат-кварцевыми метасоматитами со ставролитом и биотитом. В породе содержатся сравнительно крупные (до 2–4 мм) зерна арсенопирита, которые считаются признаком золотоносности [437].

На склонах горы Винча и северных отрогах горы Ирингора были изучены метасоматиты ставролит-кварцевого, кианит-гранатового и ставролит-амфибол-гранатового состава. Они развиваются по основным метавулканитам тикшеозерской серии. Мощность отдельных тел до 5–50 м при прослеженной протяженности до 100 м. С кислотными разновидностями метасоматитов связано объемное окварцевание, сульфидная минерализация с арсенопиритом, что весьма перспективно на благороднометаллную минерализацию.

Метасоматиты Кукаозерской структуры достаточно хорошо изучены, что позволяет включить их в состав хизоварского комплекса [23, 24 и др.]. На восточном берегу оз. Кукас метасоматиты слагают крупное тело мощностью до 25–30 м, смятое в крупные сжатые складки северо-западного простирания. В районе участка детальных работ метасоматиты имеют отчетливую зональность с локализацией более кислотных фаций в центральной части тела, а основных разновидностей – на его периферии. В целом симметричная зональность свидетельствует о спокойных тектонических условиях образования метасоматитов, вероятно, слагавших линейное тело, позднее смятое в складки. Зона локализации метасоматических пород прослежена в субмеридиональном направлении на 4 км при северо-западном простирании главных (свекофенских) структурных элементов. Возможно, метасоматиты маркируют более древние, чем свекофенские, структуры.

Краевая фация метасоматитов обычно представлена гранат-роговообманковыми породами массивной или сланцеватой текстуры. Порфиробласты граната размером 2–8 мм составляют не более 10–15% породы, в основном сложенной сравнительно крупными призматическими кристаллами роговой обманки. Иногда встречаются мономинеральные амфиболовые разновидности, однако чаще в подчиненных количествах присутствуют кварц, биотит, средний плагиоклаз, иногда – ставролит. Переход к неизменным метаморфическим породам постепенный, реже тектонизированный. С гранат-роговообманковыми породами спорадически ассоциируют полевошпат-гранат-жедритовые метасоматиты, иногда мономинеральные жедрититы. Они образуют линзовидные зоны мощностью до 2–6 м. Шестоватые кристаллы жедрита длиной до 1–2 см нередко слагают около 70–80% объема породы и отчетливо ориентированы по линейности. В редких случаях жедрит образует недеформированные радиально-лучистые агрегаты кристаллов. В подчиненных количествах присутствуют гранат, почти бесцветный хлорит, плагиоклаз и кварц.

Ближе к центральной части метасоматического тела преобладают существенно гранатовые породы – биотит-гранатовые, кварц-гранатовые, гранат-кварцевые. Для них типичны крупные порфиробласты граната

размером до 2–3 см в поперечнике и содержащих большое количество включений кварца и биотита. Содержание граната в породе составляет от 20–40 до 80%. Интерстиции между порфиробластами выполнены средне-мелкозернистой биотит-кварцевой основной тканью. Для метасоматитов центральной части тела характерно полосчатое строение, обусловленное чередованием зон небольшой мощности, несколько различающихся по составу. Преобладают кианит-фенгитовые и гранат-ставролит-кварцевые породы, реже встречаются кианит-гранатовые, ставролит-кварцевые, кварц-мусковитовые фации, имеющие небольшую мощность (около 10–30 см) и залегающие субгоризонтально друг с другом. Среди метасоматических пород центральной зоны наиболее ярким является парагенезис густо-зеленого фенгита и ярко-голубого кианита, обрамляющих крупные малиновые порфиробласты граната с многочисленными идиоморфными пойкилобластами ставролита. В подчиненных количествах присутствуют плагиоклаз и кварц. Эти породы обладают целым рядом сходных признаков с метасоматитами района оз. Верхнее [60, 572].

Возраст кварц-мусковит-гранат-ставролитового метасоматита, определенный U-Pb методом по цирконам, составляет  $1867 \pm 13$  млн лет (рис. 18).

В центральной части Кукаозерской структуры, на мысу Хирвинаволок метасоматиты слагают многочисленные линзовидные или линейные тела

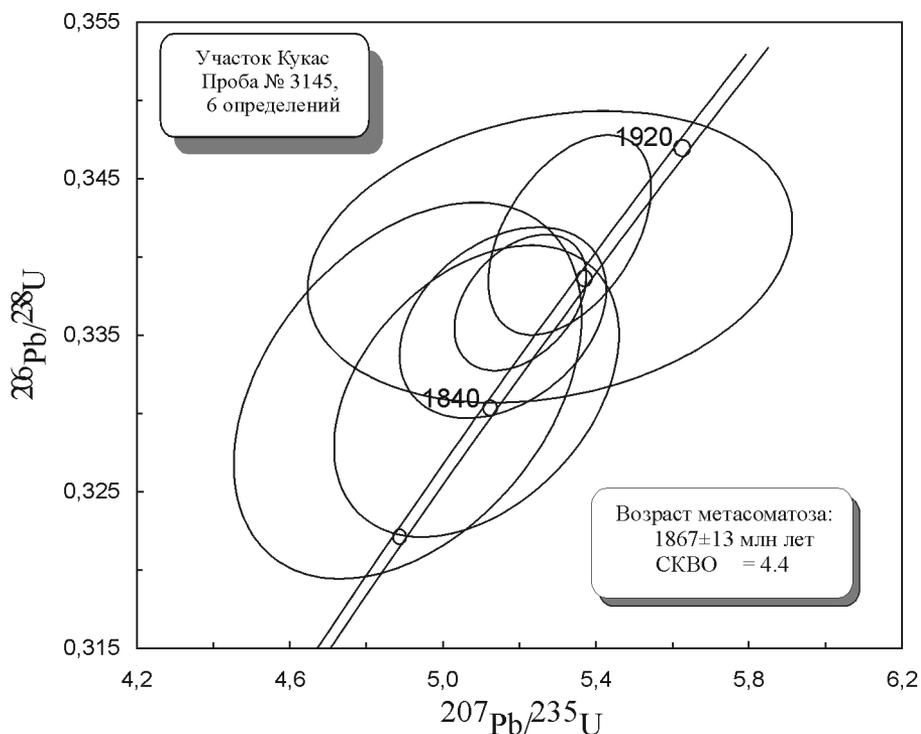


Рис. 18. Возраст формирования метасоматитов хизоварского комплекса (участок Кукас).

мощностью от десятков сантиметров до 25–40 м, развивающиеся по углеродистым параамфиболитам и мраморам людиковия [572, 559]. Эти тела слагают протяженные зоны локализации метасоматитов общей мощностью до 150–200 м. Обычно метасоматиты представляют собой полосчатые породы повышенной прочности с мощностью полос от 2–3 до 40–50 см. В связи с этим общая зональность тел оказывается тектонически очень осложненной, нередко даже «затушеванной». На метасоматический генезис этих пород указывают коррозионные структуры и текстуры замещения метасоматитами исходного субстрата. Например, многочисленные реликты исходно пепельно-серых углеродистых мраморов на контакте и внутри метасоматических тел приобретают желтый цвет вследствие «выгорания» углеродистого вещества при метасоматозе. Залегание метасоматических тел обычно субсогласно со сланцеватостью вмещающих пород, однако нередко последняя отчетливо пересекается, что указывает на их более позднее происхождение.

Наиболее ранние метасоматиты обычно представлены порфиробластическими гранат-биотитовыми породами, в которых нередко зональность слабо выражена. Многочисленные идиоморфные бласты граната располагаются в стально-серой мелкозернистой основной ткани. Постепенно эти породы в зональности вытесняются среднезернистыми меланократовыми биотит-роговообманковыми метасоматитами. Нередко в роговообманковых метасоматитах обнаруживается куммингтонит, вероятно, имеющий относительно более позднее происхождение. При дальнейшем развитии метасоматитов формировались жедрит-гранат-куммингтонитовые породы, сложенные куммингтонитом на 50–70%. Гранат в куммингтонитовых метасоматитах иногда отсутствует, а в некоторых разновидностях слагает до 50–65% состава породы. Наиболее поздними в зональности являются ставролит-хлоритовые метасоматиты с многочисленными идиоморфными ставролитовыми двойниками.

## Метасоматиты рифейского времени

Позднедокембрийские метасоматиты на карте метаморфизма и метасоматоза не выделены в самостоятельный комплекс, однако они тоже имеют значимое геологическое и металлогеническое значение. Позднедокембрийские (рифейские) метасоматиты сравнительно слабо исследованы, но отчетливо выражены в зонах наложенного окварцевания кварцито-песчаников оленицкой серии. С этим периодом гидротермально-метасоматической деятельности на Терском побережье Белого моря связаны широко известные аметистовые месторождения и проявления. По аналогии с детально исследованными объектами западной части Балтийского щита (Южная Норвегия), представленными альбит-хлоритовыми пропилитами и карбонат-альбитовыми альбититами, возраст данных метасоматитов оценивается около 1080 млн лет [547, 548].

Как следует из приведенных материалов, региональный метаморфизм на территории листа тесно связан с особенностями тектоники. Кольский и Карельский тектонические районы в лопии и в карелии по метаморфизму

существенно отличаются. Для Карельской и Кольской ГЗО и кратонов, с одной стороны, и складчатых зон – с другой, проявления метаморфизма так же различны по РТ-условиям. По параметрам метаморфизма краевые ЗКП лопия представляют собой переходный тип от внутренних частей ГЗО (внутренние ЗКП) к складчатым зонам. В Карельской ГЗО характерно неравномерное проявление метаморфизма лопия – возрастание его в стороны от ЗКП.

Для раннего докембрия достаточно уверенно фиксируется метаморфическая зональность, масштабы которой максимальны в карелии. Начиная с рифея метаморфическая зональность на территории листа не установлена. Проявления регионального метасоматоза контролируются разломами (флюидопроницаемыми зонами).

---

---

---

## ТЕКТОНИКА И ГЛУБИННОЕ СРОЕНИЕ

Территория листа «Апатиты» расположена в северо-западной части Восточно-Европейской платформы. В пределах листа на современном срезе выделяются две главные современные тектонические структуры, отвечающие Балтийскому щиту и Русской плите. В качестве самостоятельной структуры более высокого порядка выделен Беломорский интракратонный прогиб, связанный с рифейским этапом тектонического развития территории. Все эти структуры показаны на схеме тектонического районирования. Граница между щитом и плитой проходит в акватории Белого моря по подошве вендских отложений.

На рассматриваемой территории выделяются два структурных этажа: нижний, образованный раннедокембрийским кристаллическим фундаментом, и верхний, представленный рифейским и поздневенд-фанерозойским осадочными чехлами. В составе нижнего структурного этажа на Балтийском щите выделяются три подэтажа. Верхний этаж образован двумя подэтажами, нижний из которых является первым (рифейским) самостоятельным осадочным проточехлом. Верхний подэтаж сложен осадками позднего венда и фанерозоя и образует чехол в пределах Русской плиты. На Балтийском щите каждый подэтаж завершается региональной эпохой складчатости, метаморфизма и гранитообразования. Длительность этих эпох определена условно по изотопным данным и равна разнице между наиболее молодыми породами одного подэтажа и наиболее древними образованиями вышележащего подэтажа (или принятым возрастом его нижней границы). Рифейский чехол несогласно и с перерывом (более 30 млн лет) перекрыт фанерозойским чехлом. Несогласие возможно вызвано проявлением байкальской складчатости по обрамлению Восточно-Европейской платформы [134].

Схематическая тектоническая карта м-ба 1 : 2 500 000 помещена в зарамочном пространстве Госгеолкарты.

### **НИЖНИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ (РАННЕДОКЕМБРИЙСКИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ)**

Этот этаж сложен породами архея и нижнего протерозоя. Краткая тектоническая характеристика раннедокембрийских образований дана в нескольких монографиях [184, 400, 467], которые учтены при составлении этой главы.

## ВОДЛОЗЕРСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ПОДЭТАЖ

### Саамский эон–раннеллопийская эра

Этот подэтаж выделен условно. К нему отнесены породы гранитоидного состава, представленные трондьемитами, тоналитами, плагиогранитами и гранитогнейсами, реже гнейсами, образующими структуры антиформного типа. К их ядрам часто приурочены интенсивные проявления более поздних процессов ультраметаморфизма. Падение гнейсовидности или плоскостности в них иногда пологое до субгоризонтального. Предполагается, что они образуют выступы древнейших пород, реоморфизованные в последующие эпохи. Как правило, они облекаются супракрустальными образованиями позднего архея и протерозоя. Границы между супракрустальными образованиями и гранитоидами не установлены или являются условными. На смежном с юга листе для аналогичных пород в пределах Водлозерской структуры имеются изотопные датировки возраста, превышающие 3100 млн лет [155]. Древнейшие зеленокаменные породы следующего подэтажа на листе «Петрозаводск» имеют возраст около 3000 млн лет, что дает основание оценить длительность перерыва между подэтажами в 100 млн лет. Название подэтажа отвечает названию структуры, в которой распространены эти наиболее древние образования. Представляется, что подэтаж включает породы, возникшие до формирования зеленокаменных поясов. В этом случае возможно, что дозеленокаменный фундамент в Карельской тектонической области древнее, чем в Кольской области на 100 млн лет.

## БАЛТИЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ПОДЭТАЖ

### Средне-позднеллопийские эры

Примерно на половине площади Балтийского щита распространены породы позднего архея, что и послужило основанием выделить этот подэтаж под названием Балтийского. В пределах листа в этом подэтаже выделены Карельская и Кольская гранит-зеленокаменные области (ГЗО) и расположенные между ними внешние Беломорская складчатая и Южно-Кольская эродированная складчатая зоны. Карельская ГЗО и Беломорская зона образуют Карельскую тектоническую область, Кольская ГЗО и Южно-Кольская зона – Кольскую тектоническую область. В Карельской области располагаются Пяозерское (между озерами Пяозеро–Тикшозеро–Топозеро) и Войницкое или Вокнаволоксское (западнее оз. Куйто) поднятия, которые могут рассматриваться как структуры типа срединных массивов [467]. В обеих областях линейно ориентированные структуры, в строении которых преобладают зеленокаменные породы, образуют зеленокаменные пояса (ЗКП), протяженностью до 200–300 км.

Выделяются типы зеленокаменных поясов, которые отражают зональность в их распределении. К периферии Карельской ГЗО тяготеют краевые ЗКП, отличающиеся наиболее мощными и полными разрезами и характером вулканизма. В их образовании выделяются три эпохи формирования

ЗКП – няльмозерская (ЗКП-1), рокковская (ЗКП-2) и гимольская (ЗКП-3). Базальные горизонты в ЗКП-1 не установлены, и их контакты уничтожены более молодыми гранитами или тектоникой. В основании ЗКП-2 развиты первые «базальные толщи», сложенные метаосадками (в том числе с линзами и горизонтами первых конгломератов), средними и кислыми вулканами или их туфами. К краевым ЗКП отнесены Тикшеозерский (Керетский) и Пибозерский пояса. Восточнее располагаются внутренние ЗКП-2 (Парандовский и Костомукшский), в строении которых широко представлены вулканы среднего и кислого составов, но «базальная толща» отсутствует. К центральной части ГЗО тяготеют вулканогенные структуры, по времени отвечающие ЗКП-3, но преимущественно образованные кислыми метавулканами и метаосадочными породами (преимущественно гнейсами и сланцами). Они отнесены нами к «сланцевым поясам».

В подавляющем большинстве случаев в пределах собственно ГЗО складчатые структуры представлены линейным типом относительно простых синклиналей. Для краевых ЗКП характерны наиболее сложные контуры, отражающие наложение нескольких этапов складчатых дислокаций, что хорошо видно в Пибозерском ЗКП и Тикшеозерском (Керетском) ЗКП [156, 467]. В краевых частях ЗКП породы преимущественно залегают круто, в центральных – выполаживаются. Предполагается, что ЗКП приурочены к зонам разломов, но достоверно разломы лопийского возраста не выделены.

Все структуры Суоярвско-Куйтозерского сланцевого пояса имеют небольшие размеры, линейную форму и образуют узкие сжатые линейные синклинальные складки субмеридиональных простираний, протяженностью до десятков километров при ширине до 15 км с тектонизированными или гранитизированными крыльями. Они часто осложнены складками более высокого порядка, отличаются крутым залеганием пород и конформны продольным разрывным нарушениям, расположенным либо в их пределах, либо вблизи их крыльев. Среди аналогичных структур наиболее крупной является Ньюкозерско-Хедозерская. В западном направлении (Костомукшская ЗКП) разрез сложен только осадками флишoidного типа.

Специфическим строением обладает Беломорская складчатая зона. Практически всеми исследователями она рассматривается как самостоятельная структура в ранге тектонической области. Однако её границы с областью распространения зеленокаменных пород лопийского зона остаются дискуссионными. По К. А. Шуркину и В. М. Шемякину, она отделена от последней мощной зоной бластомилонитов, по мнению других – она совпадает с границей распространения карельских осадочно-вулканогенных образований [467]. Мы её условно проводим по границе распространения глубоко метаморфизованных пород беломорского комплекса.

Остаются дискуссионными и вопросы непосредственного соотношения зеленокаменных пород лопия и беломорских метаморфических образований, которые детально не изучены. В зоне их сочленения к лопию относятся породы с реликтивными первичными текстурно-структурными признаками, к метаморфическим образованиям – лишённые их. На значительной части территории Беломорской зоны закартированы гранитоиды лопия, а граниты, образующие крупные поля в их обрамлении, практически

не отличимы от гранитоидов Карельской ГЗО, что и послужило основанием для отнесения их части к водлозерскому структурному подэтажу. Изотопные датировки беломорских пород отвечают лопийскому зону.

Всё сказанное позволило нам считать область развития беломорских гнейсов краевой частью Карельской ГЗО. Беломорская складчатая зона образована породами беломорского метаморфического комплекса, образующими крупную синформу, параллельную границе собственно Карельской ГЗО. Метаморфические гнейсы в ней слагают крупные Ёнскую и Чупино-Лоухскую синклинозные структуры северо-западного простирания [340], связанные с наиболее ранними складчатыми деформациями [467]. Они осложнены складками более высокого порядка длиной до 25 и шириной до 10 км, связанными с лопийской эпохой складчатости [45, 340, 436, 467].

Особенности ориентировки складок и строения разрезов позволяют разделить Беломорскую зону на подзоны. Ёнская подзона отличается наложенными структурами северо-восточного простирания и наиболее широким распространением пород лоухского подкомплекса. Для Пулоньгской подзоны характерно моноклинальное залегание пород, вызванное опрокидыванием складок [467]. Чупино-Энгозерская подзона отличается развитием наложенных субширотных складок лопийского возраста [467] и наиболее полным разрезом беломорского метаморфического комплекса. Для Южно-Беломорской подзоны (большая её часть располагается в акватории Белого моря) типичны крупные изометричные гнейсовые синформы и гранитные купола. В пределах подзоны наиболее широко распространены породы хетоламбинского подкомплекса.

В Кольской ГЗО также намечается зональность. К её периферии тяготеет Терский краевой ЗКП гимольского времени (ЗКП-3). На территории листа расположена только западная часть ЗКП, перекрытая на севере породами протерозоя. Метавулканиты пояса представлены базальтами, андезитами, риолитами, в основании разреза ЗКП, как и в разрезах краевых ЗКП-2 Карелии, выделяется мощная «базальная толща» осадочных пород с линзами конгломератов, кислыми вулканидами и их туфами. Даже в пределах листа видно, что граница ЗКП не ровная, а извилистая, что характерно для краевых ЗКП, и, вероятно, как и в Карелии, это отражает проявление разных эпох складкообразования. Непосредственно у северо-восточной границы листа (во внутренней части Кольской ГЗО) находится небольшой фрагмент синклинальной структуры Больших Кейв, сложенной метатерригенными породами – глиноземистыми гранатовыми, ставролит-кианитовыми, ставролитовыми и кианитовыми сланцами гимольского времени. По своему строению Кейвская структура представляет собой пологую синклиналь, осложненную складками более высоких порядков.

Южно-Кольская эродированная складчатая зона является краевой для Кольской ГЗО. В отличие от Беломорской зоны она не обладает общей синформной структурой, а представляет собой сочетание гранитоидных куполов и гнейсовых межкупольных прогибов (синформ).

Из сказанного видно, что для тектонических областей характерна зональность. К краевым частям обеих ГЗО тяготеют проявления основного вулканизма, к внутренним – процессы седиментации (иногда в сочетании с

кислым вулканизмом). В пределах ГЗО, вероятно, сказывается влияние разрывной тектоники на размещение и форму ЗКП. В краевых ЗКП заметна роль складчатых деформаций, в Беломорской и Южно-Кольской зонах она заметна еще более. Для первой из них (возможно, и для Южно-Кольской) можно говорить о формировании крупных вулканогенных прогибов (синформ). Различия связаны в первую очередь со временем формирования этой зональности.

В гимольское время проявляется региональная складчатость, с которой связано образование складчатых структур, метаморфизм и гранитообразование. Эпоха максимального тектогенеза и гранитного магматизма известна как ребольский диастрофизм [135]. По изотопным данным его временные границы отвечают интервалу 2700–2500 млн лет.

Возраст регионального метаморфизма ребольской диастрофической эпохи (2700–2500 млн лет) опирается на данные изотопного датирования, интерпретация которых неоднозначна. Для Карельской тектонической области метаморфические изменения пород подэтажа отвечают условиям от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций низких и умеренных давлений. В зоне сочленения краевых зеленокаменных поясов и Беломорской складчатой зоны характерен метаморфизм амфиболитовой фации повышенных давлений. Такой же метаморфизм типичен и для пород непосредственно Беломорской зоны, однако в районах оз. Кереть, пос. Гридино, губы Поньгомская установлены реликты гранулитовых и даже эклогитовых ассоциаций. Для Южно-Кольской эродированной складчатой зоны метаморфический режим отвечает амфиболитовой фации умеренных давлений. В Терском ЗКП метаморфические процессы архейского возраста происходили в условиях эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций умеренных давлений.

Наиболее полный и разнообразный спектр умереннощелочного гранитоидного магматизма гимольского времени характерен для Карельской тектонической области. Кольская тектоническая область отличается проявлением субщелочного и щелочного магматизма.

На основании приведенных данных можно говорить об определенной зональности в Карельской тектонической области в проявлении эндогенных процессов в лописи (вулканизм, складчатость, метаморфизм, гранитообразование), нарастающих в направлении от ГЗО к смежной складчатой зоне. Менее определено такая зональность отмечается и в Кольской тектонической области.

В настоящее время сложно определить роль разломов в тектонике архея и их расположение на площади. Часто невозможно определить их возраст, а сами они могут быть скрыты под более молодыми комплексами пород. Вероятно к архею относится Цагинский разлом, отделяющий Центрально-Кольский и Восточно-Кольский тектонические районы. К архею условно можно отнести зону Ковдозерско-Керетского разлома, выделенного условно, с которым связано размещение Тикшеозерского (Керетского) ЗКП.

## ФЕННОСКАНДИНАВСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ПОДЭТАЖ

### Карельский зон

Породы карельского зона широко развиты на Фенноскандинавском щите, название которого и послужило названием для подэтажа. Формирование подэтажа началось после периода длительной эрозии, выведшей на допротерозойскую (докарельскую) дневную поверхность породы разной глубинности и возраста. Несмотря на длительный перерыв, предшествующий формированию Фенноскандинавского подэтажа, резкой структурной перестройки территории не наблюдается. Как и ранее, сохранилось обособление Карельской и Кольской тектонических областей. Однако границы этих структурных подразделений остаются не определенными.

Главной структурой в Кольской области в раннем карелии выступает Имандра-Варзугская. Она образована вулканитами разного состава (в т. ч. магнезиальными базальтами) и расслоенными базит-гипербазитовыми массивами, приуроченными к краевым частям (зоны глубинных разломов?), что, возможно, отражает её троговый характер. Кандалакшский и Колвицкий вулканогенные прогибы сумийского времени, вероятно, являются частью единой структуры и приурочены к предполагаемой границе Кольской и Карельской тектонических областей. Вулканиты представлены метабазальтами, в состав структуры включена и одновременная интрузия лейкогаббро.

В Карельской тектонической области отчетливо выделяется Панаярви-Выгозерская зона, в пределах которой развиты кислые лавы (Панаярвинская, Лехтинская, частично Шомбозерская структуры), граниты, граносиениты, чарнокиты (Пяозерская, Топозерская и Подужемская ПЗ). В Пяозерской ПЗ в южном борту Панаярвинской синклинали известны расслоенные массивы базит-гипербазитов Олангской группы. В юго-восточном направлении от зоны вулканиты представлены преимущественно андезибазальтами и быстро выклиниваются. В Беломорской зоне изучен только интрузивный магматизм этого времени (Куземская ПЗ).

В сариолийское и ятулийское время вулканические процессы также широко проявлены в Имандра-Варзугской структуре (до 90% мощности разреза) Кольской области и в Панаярви-Соваярвинской, Шомбозерской, Лехтинской структурах Карельской тектонической области. В Беломорской зоне известны только дайки основных пород ятулия. Только терригенный тип разреза сариолия и ятулия установлен во внутренней части Карельской области (Каллиоярвская, Чирко-Кемская и Большозерская структуры). Отложения ятулийского времени отделены от подстилающих пород регионально развитыми корами выветривания и накапливались в эпоху относительного тектонического покоя [507]. Относительно маломощные толщи осадков этого времени установлены и на севере кратона в Куоляярвинской, Панаярвинской и Кукаосозерской структурах.

В позднем карелии осадочно-вулканогенные (с пикритами) толщи людиковийского времени распространены в тех же крупных структурах. Осадки и субщелочные вулканиты (с пикритами) широко распространены в Имандра-Варзугской структуре Кольской тектонической области. В Карельской

области они слагают уже большую часть разреза Куоляярвинской структуры и сопровождаются базит-гипербазитовыми интрузиями. В Северной Карелии интрузии гипербазитов установлены в треугольнике между озерами Куоляярви, Панаярви и Кукаозеро (Ханкусярвинская ПЗ) к северу от Пяозерского (Пяозерско-Тулосского) ПМЗ архея. Аналогичные вулканиты и интрузии известны в Шомбозерской структуре. Формирование всех этих пород, вероятно, знаменует тектоно-плутоническую активизацию этого времени.

В калевийское (+вепсийское?) время отмечается проявления преимущественно интрузивного магматизма в Кольской тектонической области – Имандра-Варзугской структуре, Колвицкой ПМЗ. В Карельской области известны только Тикшеозерская и Елетьозерская интрузии щелочно-ультраосновного состава с карбонатитами. В вепсийское время происходит образование жил пегматитов в Беломорской зоне.

В целом намечаемая зональность в проявлении процессов магматизма близка к зональности, установленной в Балтийском подэтаже позднего архея.

Завершается формирование подэтажа свекофеннской эпохой складчатости (1700–1650 млн лет), с которой связано образование наблюдаемых структур, образованных, как правило, совместно породами раннего и позднего карелия. Среди них выделяются простые синклинали, приразломные и грабен-синклинали, синклинории, краевые складчатые прогибы и тектонический покров (пластина).

На западе Карельской области в её внутреннем районе около границы с Финляндией южнее оз. Кимасозеро и в районе оз. **Большозеро** закартированы две мелкие мульдообразные складки с пологим залеганием пород в центре (в частности, Большозерская синклиналь) [244].

В юго-западной части листа вблизи Панаярви-Выгозерской зоны располагаются Каллиоярвская и Чиркокемская приразломные синклинали. Из них наиболее изучена Чиркокемская структура. Их локализация сопряжена с формированием разломов северо-западного простирания. Чиркокемская синклиналь прослеживается в северо-западном направлении на 100 км при ширине 2–5 км. Только на юге она достигает ширины 22 км. Приразломные синклинали преимущественно сложены крутопадающими породами ятулия. Для Чиркокемской структуры характерно узко-сжатое северо-западное замыкание и более широкая юго-восточная часть. [135, 467]. К синклиналям приурочены Калиоярвская и Чирко-Кемская системы разломов.

Восточнее зоны приразломных структур в пределах Панаярви-Выгозерской зоны расположены грабен-синклинали – Шомбозерская (Гайкольская), Саповарская и Лехтинская. Пространственное положение и характерная вытянутая и ромбовидная форма этих структур позволяют предполагать, что они формировались в результате активизации разломов северо-западных и субмеридиональных простираний. Наиболее четко ромбовидная форма проявляется в Лехтинской грабен-синклинали, границы которой ограничены разломами. Она вытянута в северо-западном направлении на 100 км при ширине до 40 км. Структура осложнена дополнительными продольными складками северо-западного простирания, падение пород

в её крыльях преимущественно крутое, в центре – пологое. В строении грабен-синклиналей принимают участие породы сумия, сариолия, ятулия и в небольшом объеме людиковия(?). Наблюдаются многочисленные разрывные нарушения преимущественно северо-западного простирания, которые входят в систему Пяозерско-Маслозерских разломов. Саповарская грабен-синклиналь расположена к юго-востоку от Шомбозерской структуры. Ее длина составляет 50 км, ширина достигает 10 км. Структура осложнена как сжатиями мелкими, так и брахиформными складками. Разрывными нарушениями структура расчленена на отдельные мелкие блоки [467]. Лехтинская и Шомбозерская грабен-синклинали наследуют размещение Пяозерской ЗКП лопия.

На северо-восточном окончании Панаярви-Выгозерской зоны параллельно северной границе Пяозерского (Пяозерско-Тулосского) ПМЗ архея расположена субширотная Панаярвинская структура, представленная ансамблем узких, крутонаклонных сжатых складок. Ее длина превышает 35 км, ширина меняется от 8–10 км в западной части и 2–5 км в восточной. Повсеместно наблюдается крутое и субвертикальное падение плоскостных элементов в раннекарельских породах. Структура образована несколькими узкими синклиналями и разделяющими их антиклиналями. Крылья складок часто сорваны и осложнены крутопадающими сдвигами, к которым приурочены многочисленные тела основных пород и метасоматитов [109, 467]. Отчетливо проявлена структурная асимметрия Панаярвинской структуры. Основные черты смежной Соваярвинской структуры являются переходными к структурам Куоляярвинского синклинория. Восточнее неё выделяется Кукаозерская дугообразная синклиналь, что подчеркивается элементами залегания. Ее длина составляет 40 км при ширине 2–5 км. Она сложена породами ятулия и в центральной ее части – людиковия. Структура сжатая, породы повсеместно имеют крутое залегание. В центральной части синклинали вблизи продольных разрывных нарушений распространены мелкие сжатые изоклинальные складки. Крутопадающие разрывные нарушения имеют сбросо-сдвиговый характер. Обе структуры рассматриваются как краевые структуры, приуроченные к дугообразной границе Пяозерского срединного массива [467].

Севернее Панаярвинской (Панаярви-Соваярвинской) структуры обособляется Куоляярвинский синклинорий. Он вытянут в северо-западном направлении на 75 км при ширине 40–45 км и сложен в центральной, открытой и пологозалегающей его части мощными толщами вулканитов людиковия. Породы ятулия с востока окаймляют синклинорий. Вдоль его границы с породами фундамента выделяется зона складчато-разрывных дислокаций Апаярвинского разлома. В южной части синклинория, около Панаярви-Соваярвинской структуры, общее северо-западное простирание пород осложнено поперечными и диагональными складками и разломами северо-восточного простирания.

Достаточно определенно можно говорить, что зональность, намеченная по проявлениям магматизма, хорошо согласуется со структурной зональностью. Используя эти данные можно выделить область развития складчато-разрывных структур, отражающих повышенную хрупкость коры

(Панаярви-Выгозерская зона и приразломные синклинали) и внутренний район простых мульдобразных складок. Эта область выделена нами как Карельский кратон, в пределах которого процессы магматизма резко сокращаются к его центру. Восточная граница кратона остается не определенной. Северная граница его проведена по краевым Панаярви-Соваярвинской и Кукаозерской структурам. Территория, расположенная севернее, отнесена к перикратону.

Структуры Кольской тектонической области представлены Порьегубско-Умбинской тектонической пластиной, Кандалакшским и Колвицким фрагментами вулканогенного прогиба и Имандра-Варзугской грабен-синклиналью. Имандра-Варзугская структура, простирающаяся в северо-западном направлении, на расстояние 330 км от оз. Имандра на западе до оз. Бабье на листе Q-37, является грабен-синклиналью, расширяющейся в центре до 50 км и выклинивающейся на флангах. На территории листа «Апатить» протяженность Имандра-Варзугской грабен-синклинали составляет 160 км. Ее северная граница фиксируется краевым Панско-Бабозерским разломом. Южная граница определяется эшелонированной системой Варзугского разлома взбросо-надвигового характера [217, 400]. Западный фланг у оз. Имандра имеет центриклинальное замыкание. Для Имандра-Варзугской грабен-синклинали характерно асимметричное строение, которое определяется наличием северной части моноклинального залегания и южной части сложного чешуйчато-блокового строения. Эти части структуры разделены Умбареченско-Вилмуайским разломом [217]. Поперечным Цагинским разломом структура разделена на сегменты, из которых восточный обладает наибольшей полной разреза от сумия до вепсия и максимальной мощностью.

Кандалакшский и Колвицкий фрагменты вулканогенного прогиба сложены в основном толеитовыми метабазальтами и массивами лейкогаббро (габбро-анортозитов). Залегание пород субгоризонтальное. Их границы с подстилающим образованиями архея чаще всего являются тектоническими, за исключением района мыса Пентельский, где наблюдаются базальные конгломераты [400].

Порьегубско-Умбинская тектоническая пластина сложена основными и кислыми гранулитами–кондалитами, частично глиноземистыми гнейсами и прорывающими гранитоидами умбинского плутонического гранитоидного комплекса. Последние располагаются в тыловой части надвигового покрова. Данная структура является пологой синформой, которая ограничена надвигами. Западная граница проводится по зоне меланжа, отделяющего пластину от Колвицкого прогиба. Зона меланжа состоит из линз и мелких пластин основных гранулитов и кондалитов, совмещенных в условиях высокобарического метаморфизма гранулитовой фации [400]. Северная граница является тектоническим (сдвиг) продолжением зоны меланжа, а восточная – скрыта под чехлом четвертичных отложений. Меланж является самой крупной разрывной структурой в системе надвигов северного побережья Белого моря.

Среди разрывных нарушений можно выделить связанные с началом формирования структур раннего карелия (эпоха активизации) и со свекофеннской складчатостью. К ранним разломам относится, вероятно, Панско-Бабозер-

ский и Варзугский разломы на Кольском полуострове, Пана-Кукаозерский разлом и Пяозерско-Маслозерский в Карелии. К ним приурочены крупные интрузивные массивы. Более поздние зоны разломов – Умбареченско-Вилмуайвский, Порьегубские надвиги (Кольский полуостров), Апяярвинский, Каллиоярвский, Чиркокемский.

Со свекофеннской складчатостью связан также региональный зональный (от зеленосланцевой до амфиболитовой фации) метаморфизм. В Карельской области степень метаморфизма возрастает от его центра (внутренний район) к краям и достигает максимума в Беломорской зоне. В Беломорской складчатой зоне в участках наложенного метаморфизма кианитовой субфации повышенных давлений и разнообразных дислокаций (вепсийское время) образуются гранитные (слюдоносные и керамические) пегматиты.

В то же время в Южно-Кольской зоне метаморфизм проявился неравномерно в режиме отраженной активизации в условиях от гранулитовой (Порьегубский покров) до амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. В Имандра-Варзугской структуре метаморфизм снижается до эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций. К северу от данной структуры процессы регионального метаморфизма этого времени не установлены. Приведенные данные позволяют рассматривать Имандра-Варзугскую грабен-синклиналь как краевую структуру Кольского кратона.

Беломорская зона как и Южно-Кольская могут принадлежать к кратонизированным территориям, но остаются более активными по условиям метаморфизма. Возможно, что тектонические особенности этих зон зависят от взаимодействия кратонов.

## **ВЕРХНИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ (ОСАДОЧНЫЙ ЧЕХОЛ)**

### **ПРОТОЧЕХОЛ (ПЕРВЫЙ ПОДЭТАЖ)**

#### **Рифейское время**

Допоздневендский структурный подэтаж является промежуточным между архейско-нижнепротерозойским фундаментом и сплошным верхневендско-фанерозойским платформенным чехлом и относится к авлакогеновой стадии формирования платформенного чехла [134]. Он залегает с большим перерывом на фундаменте и представлен отложениями только среднего и верхнего рифея. Образован рифейский структурный этаж характерными для этого возрастного интервала на Восточно-Европейской платформе локализованными структурами погружения – интракратонными и перикратонными прогибами, которые выполнены горизонтально или субгоризонтально залегающими, иногда пологоскладчатыми терригенными толщами. В акватории Белого моря рифейские образования образуют единый интракратонный Беломорский прогиб, состоящий из Кандалакшко-Онежского грабена в акватории Кандалакшского залива с примыкающей к нему на побережье Терской зоной (ступенью).

Беломорский прогиб имеет северо-западную ориентировку и пространственно соотносится с Кандалакшским заливом и частью бассейна Белого

моря. В северо-западной части эта структура морфологически представляет собой усложненный односторонний грабен с тектонической осью, отчетливо смещенной к юго-западному борту, который сопряжен с крупным разломом. Здесь в приразломной зоне мощность рифейских отложений может достигать 7–9 км. На северо-восточном крыле углы падения пластов обычно не превышают 5–7°. Небольшие грабенообразные погружения в районе Терского берега представляют собой фрагменты краевых частей Беломорского прогиба.

На территории Карелии осадочных образований рифея не установлено. В то же время на этой территории известны магматические образования среднего рифея, представленные дайками лампроитов костомукшского комплекса и габбро-долеритовой дайкой Туттиярви. Их образование можно отнести к процессам тектоно-магматической активизации этой территории. Возможно, в позднем рифее эти процессы проявились в формировании ранних даек в Кандалакшской зоне.

В целом можно констатировать, что вся территория листа в эту эпоху представляла собой кратонизированную область, а область Беломорья была наиболее активной её частью.

### **ВЕНДСКО-ФАНЕРОЗОЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ПОДЭТАЖ**

Данный структурный подэтаж образует чехол Русской плиты [521]. На листе «Апатиты» эти образования проявлены крайне незначительно в юго-восточной части изученной территории. Они представляют собой краевую часть осадочного чехла, относящегося к Мезенской синеклизе и включающего осадки верхнего венда (валдайский надгоризонт). Породы моноклинально, структурно несогласно и с крупным перерывом залегают на эродированной поверхности древнего фундамента и рифейских толщ и под углом в доли градуса погружаются на восток.

### **СТРУКТУРЫ ПАЛЕОЗОЙСКОЙ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ**

На территории листа широко проявились процессы палеозойской тектоно-магматической активизации. В этот период произошло внедрение разнообразных по составу мантийных интрузий: агпайтовых нефелиновых сиенитов Хибинского и Ловозерского массивов, ультрамафит-фоидолитовых интрузий ковдорского комплекса, щелочно-ультраосновного кандалакшского комплекса кимберлитов, мелилититов, щелочных лампроитов. Важность этого этапа определяется тем, что с ним связан разнообразный комплекс месторождений полезных ископаемых. Все магматиты можно сгруппировать в зоны различного простирания, обычно наследующие древние зоны разломов. Главным направлением зон активизации является северо-восточное и северо-западное (в акватории Белого моря). Особенно отчетливо оно проявляется в пределах Кольской тектонической области и более фрагментарно – в Карельской тектонической области. Все магматические ман-

тийные формации можно объединить по площади в гигантский овал, вытянутый в северо-восточном направлении, с центром в районе Хибинских и Ловозерских тундр. Для ультрамафит-фоидолитовых комплексов отдельные массивы и дайки располагаются по системе радиальных разломов. Хибино-Ловозерская зона расщепляется на две ветви – Ковдорскую и Vuориярвинскую. На южном побережье Кольского полуострова на бортах рифейского грабена располагается одноименная зона палеозойской активизации северо-западного простирания.

## ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Представления о глубинном строении земной коры в пределах листа опираются на результаты, полученные по четырем профилям ГСЗ (1958–1983 гг.), один из них в сочетании с МОВЗ. Два профиля выполнены в модификации МГСР в 1981 и 1999 гг. (один из них в сочетании с МОВЗ) и один профиль МОВЗ выполнен в 1994–1995 гг. [55, 79, 80, 125, 147, 198, 209, 210, 251, 252, 288, 499, 500, 523]. Расположение профилей показано на карте глубинного строения. Профили использованы для получения информации о положении (км) границы М (Мохоровичича) и границ между верхним, средним и нижним скоростными слоями коры. Положение границы М показано на карте глубинного строения изолиниями с сечением через 2 км. На основе сейсмических и расчетных плотностных разрезов построены колонки, отражающие строение консолидированной коры. Их расположение показано черными кружками на карте глубинного строения, а сами колонки помещены в зарамочном пространстве. В связи со слабой сейсмической изученностью рельеф поверхности мантии может быть гораздо сложнее.

Был выполнен статистический (кластерный) анализ аномального магнитного и гравитационного полей, в основу которого положено различие петрофизических характеристик пород, отраженное в наблюдаемых аномалиях физических полей (Журавлев и др., 1995ф). Для классификации использованы значения аномалий, представленные в виде двух матриц аномальных полей (мГал, нТл) с дискретностью  $0,5 \times 0,5$  км. Ход подбора оптимальных моделей кластеров осуществлялся в ГИС ArcView и контролировался визуально по растровому цветотоновому образу. Источники магнитных и гравитационных аномалий совпадают в плане практически на всей территории листа и отражают, в первую очередь, тектонические и петрофизические особенности верхней части коры.

Характеристика глубинного строения земной коры отражена на модельном разрезе вдоль профиля Кемь–Ухта и его продолжении в акватории Белого моря. Модель увязана с профилем 3-AP на листах Q-37 и Q-38. Для параметризации модели использованы сведения о плотности и намагниченности пород из данных ГИС и петрофизических исследований в регионе (Петрофизика, 1992; Кольская сверглубокая, 1984, 1998; Кищенко, 1991; Строение литосферы, 2005). Для нижней части коры и мантии приняты наиболее вероятные значения этих параметров (Красовский, 1981; Петрофизические исследования, 1988). Моделирование производилось

с постоянной плотностью и намагниченностью в заданных границах. Направление вектора намагничения пород принято совпадающим с современным полем Земли. Геолого-геофизический разрез приведен в зарамочном пространстве схемы глубинного строения. Построенная модель согласована по аномальному гравитационному и магнитному эффектам с наблюдаемыми полями, графики которых приведены над геолого-геофизическим разрезом. На модели видно, что на востоке границы нижней и средней коры значительно приподняты, верхняя кора утонена. Это согласуется с материалами об интенсивной тектоно-термальной переработке архейских пород в раннем протерозое в пределах Беломорского подвижного пояса (Балаганский, 2002; Самсонов и др., 2008; Слабунов, 2008). Незначительное поднятие нижнекоровых границ в Шомбозерской структуре может свидетельствовать о более древней (архейской) коре этого района. На остальной части профиля нижнекоровые границы остаются постоянными, мощность верхней коры составляет 15–18 км. Это, по-видимому, отражает стабильное состояние древней кратонизированной области.

Для дополнительной характеристики особенностей строения коры использованы профили МОВ–ОГТ 1-ЕВ (точки А<sub>1</sub>–А<sub>11</sub>) и 4-В (точки Б<sub>1</sub>–Б<sub>4</sub>). Модель строения земной коры (ЗК) построена с использованием согласования мигрированных сейсмических разрезов ГСЗ Кандалакша–Сосновец и Кемь–Ухта. Методика геолого-геофизической интерпретации и основные её результаты рассмотрены в ряде работ [147, 325, 367, 617]. При проведении анализа обращалось внимание на ориентировку отражающих площадок, плотность и характер их размещения в разрезе. Около нижней границы ЗК чаще наблюдается большая плотность отражающих площадок, сменяющаяся ниже «слоем», практически их лишенным. Граница между ними была принята за нижнюю границу структурированной коры. Её положение на профилях МОВ–ОГТ 4-В и 1-ЕВ и границы М на профилях ГСЗ Кемь–Ухта и Кандалакша–Сосновец показало их совпадение. Для верхней части коры на профилях МОВ–ОГТ характерны фрагменты крупных открытых симметричных складок, в более глубоких слоях ЗК они не наблюдаются. Анализ распределения плотности площадок позволил выделить участки ЗК с равномерным (диффузионным) или со слоистым типом их распределения (субгоризонтальным или дугообразным). Эти данные дают характеристику структурного образа ЗК, но этот образ отражает не складкообразование, а глубинные процессы преобразования коры. Анализ карты глубинного строения показывает, что мощность ЗК колеблется в пределах 38–42 км. По данным ГСЗ–МОВЗ в её строении выделяются три скоростных слоя. Всё это характерно для ЗК континентального типа.

На основе всех имеющихся профилей ГСЗ и МОГТ построена новая схема поверхности Мохо. Она дает представление о распределении крупных плотностных неоднородностей на уровне подошвы земной коры. Основными объектами, отраженными на схеме, являются структурные области, районы и зоны, которые в тексте и на схеме глубинного строения для краткости будут называться соответственно «геоблоками», «блоками» и корреспондироваться с крупными тектоническими подразделениями. Эти глубинные неоднородности рассматриваются как коровые «корни»

поверхностных тектонических структур. Конкретные геологические структуры, выделенные на тектонической карте, не показаны, так как они опознаются только в пределах первых 10–15 км [71].

На территории листа выделяется Кольская структурная область («геоблок»), в котором обособляются Центрально-Кольский, Восточно-Кольский, Южно-Кольский «блоки» и Имандра-Варзугская зона. Кроме того, на листе располагается Карельский «геоблок», в пределах которого выделены Беломорский, Северо-Карельский и Центрально-Карельский «блоки» (структурные районы).

Большую часть Кольской области занимает положительная аномалия гравитационного поля и серия положительных линейных аномалий магнитного поля северо-западных простираний. В районе Кандалакшской губы и Белого моря расположен район интенсивных положительных гравитационных аномалий северо-западного простирания, разделённых зонами понижений. Наиболее яркой структурой является Южно-Кольская положительная гравитационная зона с серией узких линейных аномалий магнитного поля. Мощность ЗК в Кольском геоблоке не превышает 43 км.

В северо-восточной части Кольского «геоблока» обособляется Центрально-Кольский «блок», со слабоположительной гравитационной и магнитной аномалиями. Мощность ЗК в его пределах достигает 42,5 км (колонки 18, 19). Особенностью строения его ЗК является повышенная мощность нижнего скоростного слоя. На тектонической карте с ним совпадает одноименная структура.

С юга и запада «блок» ограничен Имандра-Варзугской «зоной», характеризующейся положительной гравитационной и магнитной аномалиями. На западе она пересекается профилем 1-ЕВ ( $A_3-A_1$ ), на востоке – профилями ГСЗ «Имандра–Варзуга» и фрагментом профиля «Кварц» (колонка 17). Мощность ЗК не превышает 38 км, характерен сокращённый нижний скоростной слой (равный по мощности верхнему слою) и резко преобладающий средний скоростной слой (17 км). По профилю 1-ЕВ ЗК отличается преобладанием слабоструктурированных и бесструктурных участков с отдельными участками структурированной коры. На западе зона почти совпадает с контурами поверхностной структуры Имандра–Варзуга. На северо-востоке на тектонической карте Имандра-Варзугская структура граничит с частью Восточно-Кольского «блока», который также отличается мощностью ЗК 37–38 км.

Южно-Кольский «блок» отличается переменными значениями гравитационного и магнитного полей. От Имандра-Варзугской зоны он обособляется пониженными или отрицательными значениями гравитационного и преимущественно положительными значениями магнитного полей. Поверхность мантии залегает на глубинах 40–42 км. По профилю 1-ЕВ мантия у северной границы «блока» резко поднимается до 38 км. На колонке 16 мощность коры достигает 40 км. Для ЗК характерна повышенная мощность верхнего слоя и несколько сокращённая мощность нижнего слоя. В районе Кандалакшской губы фиксируется четкая градиентная зона гравитационного поля, прослеженная на глубину до 25 км. С зоной совпадают выходы на дневную поверхность базитов кандалакшской толщи и интрузия

габброанортозитов. Здесь же установлены порьегубский и умбинский метаморфические комплексы и тела эндробит-чарнокитов. Все они образуют тектоническую пластину в верхней коре и подстилаются мигматит-плагиогранитами лопия (см. Геологическую карту). Мощность пластины сокращается в северо-западном направлении до 800–1000 м (гора Окатьева). Северо-западнее Кандалакшских тундр, где тектоническая пластина срезана эрозией, положительное гравитационное поле резко сменяется отрицательным. Тектоническая пластина приурочена к коллизионному шву, разделяющему Карельский и Кольский архейские кратоны (Балаганский, 2002; Самсонов и др., 2008; Слабунов, 2008; Daly et al., 2001). В результате морских геофизических исследований шов прослежен к юго-востоку в Белом море. Он отчетливо проявляется локальными положительными аномалиями на картах потенциальных полей, высокой скоростью сейсмических волн (7 км/с) на глубине 5–6 км и назван Беломорской (Журавлев и др., 2005ф, 2007) или Кандалакшской шовной зоной [156]. Этот шов рассматривается как граница между Кольской и Карельской тектоническими областями («геоблоками»).

Карельский «геоблок» в западной части характеризуется преобладающими отрицательными, в восточной – положительными значениями гравитационного поля. В целом он имеет более мощную консолидированную кору (до 48–50 км). ЗК имеет субгоризонтальную расслоенность с достаточно постепенным переходом от одного «блока» к другому. Для верхней части коры (примерно до глубины 10 км) на профиле МОВ–ОГТ 1-ЕВ по структурным данным характерны крупные пологие син- и антиформы, для более глубинных уровней – субгоризонтальная ориентировка отражающих площадок.

В Карельском «геоблоке» около Беломорского (Кандалакшского) шва выделен Беломорский «блок» северо-западного простирания. Его северо-западная часть обладает отрицательными значениями гравитационного поля, юго-восточная – положительными. Магнитное поле имеет слабоотрицательные значения. Беломорский «блок» по площади совпадает с Внешней Беломорской складчатой зоной, выделенной на тектонической карте. Беломорский «блок» пересечен профилем ГСЗ Кандалакша–Сосновец (колонка 8) и профилем МОВ–ОГТ 1-ЕВ (точки излома профиля  $A_6$ – $A_4$ ). Мощность коры по колонкам колеблется около 40–42 км, характерно преобладание по мощности верхнего слоя над средним и частично нижним скоростными слоями. В колонке 8 соотношение слоев близко к 1 : 1 : 1. В «блоке» выделяется верхний слой ЗК, отличающийся участками, лишенными или существенно обедненными отражающими площадками. В средней и нижней частях коры нет признаков слоистости, и отражающие площадки равномерно распространены в толще ЗК. Около точки  $A_5$  и севернее точки  $A_4$  мощность коры сокращается до 38 км. Здесь выделяется зона, лишенная отражающих площадок, но содержащая реликты беломорской коры. На поверхности к ней приурочен палеозойский магматизм (Кандагубский массив и рой даек). Здесь выделена Кандалакшская зона палеозойской активизации.

Выделяется структурный район («блок»), названный нами Северо-Карельским, с мощностью коры 42–50 км (колонки 1–5). Мощность коры

возрастает к его центральной части, одновременно сокращается мощность верхнего и резко возрастают мощности среднего и нижнего слоев ЗК. Границы «блока» практически совпадают с границами Северо-Карельского тектонического района, выделенного в гл. «Тектоника».

Восточная крайняя часть этого района (колонки 6, 7) отличается переменной мощностью от 40 до 42 км и наиболее мощным средним слоем ЗК в пределах всей территории листа. Профиль ОГТ 1-ЕВ ( $A_9-A_7$ ) показал, что в этой части ЗК отсутствует горизонтальная расслоенность в распределении отражающих площадок. Сами площадки и их скопления обладают субгоризонтальной ориентировкой, а распределение их по плотности создает изогнутые дугообразные участки (выпуклой стороной обращенные к северу), прослеживаемые от верха коры до её подошвы. На карте глубинного строения эта часть «блока» названа нами Тикшеозерской (Керетской) структурной зоной, её границы проведены на уровне средней части коры. На тектонической карте поверхности здесь располагается Тикшеозерский (Керетский) ЗКП, обладающий наибольшими размерами, длительностью развития, мощными разрезами с коматиитовыми лавами.

Южнее Северо-Карельского «блока» расположен Центрально-Карельский структурный район («блок»), мощность коры которого не превышает 38–40 км (колонки 9–14). В его центральной части она составляет 38 км, возрастая к краям до 40 км. Особенностью строения ЗК является сокращение среднего слоя и увеличение мощности верхнего слоя в южном направлении. Нижний слой обладает наименьшей мощностью в пределах листа. По разрезам МОГТ 4-В и отрезка 1-ЕВ ( $A_9-A_{11}$ ) характерна горизонтальная расслоенность, вызванная чередованием участков с разной насыщенностью отражающих площадок. Такой характер коры известен и на листе «Петрозаводск» [334, 335, 617]. На профиле 1-ЕВ северная граница этого района также дугообразная, обращенная выпуклой стороной к северу. На профиле 4-В в пределах средней части ЗК выделяются наклонные структурные зоны (с падением в восточном направлении), не выходящие на поверхность и не отмеченные в перекрывающих породах протерозоя Шомбозерской структуры («коллизийные зоны» архея?). На профиле ГСЗ Кемь–Тулос в средней части коры также выделяются наклонные зоны, не выходящие на поверхность, являющиеся продолжением к юго-востоку «коллизийных зон». Эти коллизийные зоны приурочены к территории, ограниченной на тектонической карте Пяозерско-Маслозерским, Чиркокемским и Каллиоярвским разломами.

Анализ тектонического строения позволил разделить структурные этажи (раннедокембрийский кристаллический фундамент и платформенный чехол) на подэтажи, каждый из которых отделен от последующего эпохами региональной складчатости, длительными перерывами, гранитообразованием и метаморфизмом. По объему подэтажи отвечают эонотемам (эонам) общей шкалы.

В лопийское время произошло образование Карельской и Кольской тектонических структур, к крайним частям которых приурочены Беломорская и Южно-Кольская зоны, и происходила кратонизация ЗК. В конце лопия возникла трехслойная кора континентального типа, мощностью более

38 км, не содержащая видимых реликтов океанической коры. Геологическая специфика Карельской и Кольской структур сохранялась и в протерозое.

В протерозое Карельская область разделилась на кратон и перикратон и геологические процессы проявлялись в условиях тектоно-магматической активизации.

В среднерифейскую эру накапливается осадочный чехол, фрагмент которого сохранился в акватории Белого моря в виде Кандалакшско-Онежского грабена.

Фанерозойский осадочный чехол несогласно перекрывает рифейские отложения. Его накопление сопровождается процессами активизации с образованием двух пересекающихся ПЗ, одна из которых (Кандалакшская) приурочена к границе Карельской и Кольской областей. Положение ПЗ частично наследует особенности тектоники раннего докембрия.

---

---

---

## ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В истории геологического развития региона и, в частности, территории листа «Апатиты» по геологическим данным и результатам изотопного датирования выделяется шесть самостоятельных и длительных эпох. Эти эпохи различаются особенностями процессов, происходивших в верхней части коры, и выделяются как саамско-раннелопийская – становления ранней гранитоидной коры; средне- и позднелопийская – образования гранит-зеленокаменных областей; карельская – формирования кратонов и подвижных поясов; рифейская – накопления проточехла в локальных структурах платформы; венд-палеозойская – возникновения осадочного чехла платформы. С кайнозоя начинается новая эпоха в развитии региона, особенно ярко проявившаяся в квартере.

### Саамско-раннелопийская эпоха

С этой эпохой связано формирование сиалических ядер древней континентальной коры. Кора образована ассоциацией тоналитов, трондьемитов и гранодиоритов. Фрагменты и реликты этой коры наблюдаются на месте зарождающихся Карельской и Кольской гранит-зеленокаменных областей. Обычно они сохраняются в виде реликтов среди комплекса мигматит-плагиигранитов лопия. На месте Беломорской складчатой зоны в это время также формировалась первичная сиалическая кора. Возможно, что в Карелии этот процесс начался ранее (до возникновения ЗКП-1), на Кольском полуострове – позднее.

### Средне-позднелопийская эпоха

Эпоха, по-видимому, отделена от предшествующей перерывом не менее 100 млн лет. С ее началом связано формирование структур, определивших строение гранит-зеленокаменных областей (ГЗО) и разделявших их подвижных поясов, позднее преобразованных в складчатые зоны. В геологической истории средне-позднелопийской эпохи могут быть выделены три этапа.

Первый этап связан с заложением первых разломов и формированием вблизи них ранних краевых зеленокаменных поясов (ЗКП-1). Они закладываются на границе Карельской ГЗО (Тикшеозерский/Керетский и

Пебозерский пояса) и внешней по отношению к ней Беломорской зоны. Для ЗКП-1 характерно присутствие среди вулканитов покровов коматиитов (Тикшеозерский/Керетский пояса), что, вероятно, свидетельствует о значительной глубинности магматического очага. В Беломорском поясе (бассейне), возможно, формировалась ассоциация преимущественно основных пород (хетоламбинский подкомплекс), в которой в подчиненном количестве могли присутствовать ультраосновные и кислые (дациты). Подобный характер развития отмечается в пределах всей Кольской ГЗО. Этот этап завершается около 2900 млн лет.

Следующий этап связан с возникновением второй генерации ЗКП-2 (2900–3000 млн лет), трансгрессивно и с перерывом перекрывающих породы ЗКП-1 и гранитоиды ранней эпохи. В Карельской ГЗО они распространены в ее краевой части (Тикшеозерский/Керетский, Пебозерский ЗКП) и распространяются в её внутреннюю часть (Пебозерский, Костомукшский ЗКП). Среди вулканитов преобладают базальты, андезибазальты и кислые эффузивы. Состав вулканитов может свидетельствовать о перемещении магматического очага в более высокие уровни коры. Особенностью Костомукшской ЗКП является сочетание лав коматиитов, базальтов и дацитов. В краевой части ГЗО этап начинается с образования мощных толщ осадков (с линзами конгломератов), кислых вулканитов и их туфов. В это же время в Беломорском поясе формируются терригенные граувакковые осадки (песчаники, глины), кислые лавы и их туфы (лоухский подкомплекс беломорского комплекса). В Кольской гранит-зеленокаменной области в пределах листа формирование толщ металав и осадков этого времени не зафиксировано. Вероятно, в конце этого этапа внедряются дифференцированные массивы габбро-норитов, диоритов, тоналитов, тяготеющих к зеленокаменным поясам. Этот этап отражает деструкцию коры в пределах Карельской ГЗО, начинает обособление его северной (Кукаозерская структура) и северо-восточной частей (Парандовский ЗКП).

Третий этап развития территории начинается около 2800 млн лет с накопления базальтов и андезибазальтов ЗКП-3 в Пебозерском и, частично, Парандовском поясах. На западе Карельской ГЗО вблизи выступов ранней коры (Войницкий выступ?) в обширном бассейне образуются толщи граувакковых метапесчаников и кислых лав (Суоярвско-Куйтозерский сланцевый пояс), а еще западнее (Костомукшская структура) – только терригенные отложения флишоидного типа. Вероятно, в это же время происходит первичное накопление железистых осадков. В краевой части Кольской ГЗО формируется краевой Терский ЗКП-3, имеющий в основании разреза мощные толщи осадков и кислых вулканитов. В Кейвском бассейне (внутренняя часть Кольской ГЗО) одновременно накапливаются терригенные осадки (переотложенные коры выветривания?).

В конце этапа происходит формирование основной массы интрузивных гранитоидов лопия, преимущественно развитых в пределах Карельской и Кольской гранит-зеленокаменных областей и образующих ПЗ. К этому же этапу приурочено внедрение интрузий гранодиоритов, плагиомикроклиновых гранитов, щелочных гранитов, граносиенитов. Гранитоиды делятся на две крупные группы – соскладчатые и поздне- или постскладчатые,

от первых к последним возрастает щелочность пород. Щелочные граниты типичны для внутренней части Кольской ГЗО, редко за её пределами (Южно-Кольская зона, Канозерский массив).

В конце этого этапа проявляется региональная складчатость и метаморфизм ребольской эпохи складчатости. Происходит окончательное формирование внешних по отношению к ГЗО Беломорской и Южно-Кольской складчатых зон. Для этих структур весьма типичны явления ультраметаморфизма и образование мигматизированных гнейсов. По степени интенсивности эндогенных процессов и складкообразования эти структуры являются, вероятно, наиболее тектонически активными. Складчатость в их пределах является наиболее сложной.

К концу этого этапа территория листа представляла собой кратонизированную область, в которой процессы регионального гранитообразования, складчатости и метаморфизма завершились около 2600 млн лет. Уже к концу этой эпохи сформировалась кора континентального типа.

В настоящее время распространено мнение, что породы в Тикшеозерском/Керетском ЗКП формировались в условиях субдукции островных дуг [7, 63, 430, 434]. В то же время по геофизическим данным для территории листа характерна трехслойная земная кора континентального типа, мощностью 38–50 км. Реликтов коры океанического типа нигде не наблюдается. В районах развития ЗКП не зафиксированы линейные зоны, проходящие через всю кору до мантии. Мы предполагаем, что формирование всех ЗКП происходило в условиях континентальной коры, а сами ЗКП приурочены к границам континентальных блоков (районов, зон). Для Беломорской и Южно-Кольской зон также характерна кора континентального типа, мощностью до 42 км.

## Карельская эпоха

Карельская эпоха отделена от предшествующей перерывом длительностью около 100 млн лет. Проявившаяся в предшествующую эпоху латеральная зональность геологических процессов с начала этой эпохи выступает более четко. С карельского эона территория листа развивается как кратонизированная область, при этом сохранилась некоторая самостоятельность развития различных ее частей – Карельского и Кольского кратонов. Карельская эпоха может быть разделена на два этапа. Ранний этап объединяет образования сумийского, сариолийского и ятулийского надгоризонтов (времени), поздний – людиковийского, калевийского и вепсийского надгоризонтов (времени).

Ранний этап характеризуется в целом сокращением магматизма и возрастанием роли седиментации к концу этапа. Он начинается с формирования сумийских расслоенных интрузий перидотитов, пироксенитов и габбро-норитов в Имандра-Варзугской грабен-синклинали и Кандалакшко-Колвицком вулканогенном прогибе. В последнем, расположенном около границы Кольского кратона, накапливались толщи раннесумийских основных эффузивов. Несколько позднее расслоенные интрузии перидотит-пироксенит-габбро-норитового состава возникли вдоль северной границы

Карельского кратона. В позднем сумии произошло излияние лав кислого и основного состава (в том числе магнезиальных базальтов) в Имандра-Варзугской грабен-синклинали и только кислых вулканитов в ряде структур обрамления Карельского кратона. Здесь лавы и субвулканические тела кислых вулканитов (кварцевых порфиров) распространены в поясе протяженностью до 600 км при ширине 30–50 км. Сумийское время завершилось закрытием палеорифтов и внедрением интрузий чарнокитов, гранодиоритов, гранитов и граносиенитов. Можно полагать, что в это время произошло обособление Кольского и Карельского кратонов. В последнем на севере обособился район с южной границей по линии Панаярви–Кукаозеро и Панаярви–Выгозерская зона (Лаппонийская перикратонная зона).

В сариолийское время во внутренних частях Карельского кратона откладывались толщи терригенных осадков – преимущественно разнообразных конгломератов и туфов, в то время как по его периферии в краевых прогибах наряду с полимиктовыми конгломератами происходили излияния базальтов и андезибазальтов. В пределах Кольского кратона в Имандра-Варзугской грабен-синклинали в это время формировались терригенные преимущественно грубообломочные отложения (полимиктовые конгломераты с вулканическими бомбами) и перекрывающие их вулканиты, представленные пикробазальтами и андезибазальтами. В верхних частях разрезов сариолия местами наблюдаются ленточнослоистые породы и дробстоуны, что возможно свидетельствует о развитии палеогляциальных процессов. На остальной территории продукты магматизма и седиментации этого времени не зафиксированы.

Завершается ранний этап развития накоплением осадков ятулийского времени. Ятулийские образования вследствие особенностей их разреза и характерному облику высококремнистых кварцитов и кварцевых конгломератов, красноцветных, пестроцветных пелитов и карбонатных пород, обогащенных тяжелым изотопом углерода, являются важнейшим маркирующим уровнем в разрезах раннего протерозоя. В основании ятулия формировались площадные коры выветривания. Породы ятулия несогласно залегают на эродированных толщах всех более древних образований. История развития пород ятулийского времени начинается с повсеместного развития кор химического выветривания. Далее периоды осадконакопления (кварцевые конгломераты, гравелиты, песчаники) чередовались с излияниями лав основного состава. Во внутренних частях Карельского кратона накапливались терригенные отложения, в которых вулканиты основного состава не превышали 15% от мощности разреза. В краевых прогибах и перикратонных зонах формировались толщи осадков и вулканитов, содержание которых достигало 35%. В Карельском кратоне история ятулия завершилась формированием красноцветов с остатками фитоцитов, а также возможно и эвапоритов. В Кольском кратоне в Имандра-Варзугской грабен-синклинали образовались толщи вулканитов, отличающихся повышенными содержаниями железа, титана и калия (базальты, трахиандезибазальты, трахиандезиты). Во внутренней части кратона (Кейвский прогиб) накапливались преимущественно толщи осадков (85%) и субщелочные вулканиты среднего и кислого состава (15% от мощности разреза).

Второй этап карельской эпохи начинается с накопления осадочно-вулканогенных толщ людиковийского времени. Типичным для них является широкое распространение черных сланцев и других сульфидно-углеродистых пород в сочетании с вулканитами базальт-ферропикритового состава с общей антидромной последовательностью. Такое резкое изменение характера седиментации и вулканизма в людиковии свидетельствует о существенной трансформации геодинамического режима. В краевой части Карельского кратона в Лаппонийской перикратонной зоне вулканиты слагают до 60–75% от мощности разреза. В пределах Кольского кратона в Имандра-Варзугской грабен-синклинали (95% вулканитов) среди вулканогенных пород всегда присутствуют горизонты пикритов и трахибазальтов. Различную степень проницаемости коры в это время и меняющийся флюидный режим в материнских магмах демонстрирует чередование массивных и шаровых лав, лавобрекчий, туфобрекчий, агломератов и туфов. Одновременно возникают гипабиссальные комагматические тела базит-гипербазитового состава (оливиниты, клинопироксениты, лерцолиты, вебстериты, габбро), а также щелочные сиениты.

В калевийское время вблизи границы Беломорской и Южно-Кольской складчатых зон формируется система Кандалакшских и Колвицких надвигов, отражающих общее движение в северо-западном направлении с образованием гранулитов, в тыловой части надвигов образуется эндербит-гранитовый умбинский комплекс в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций метаморфизма.

Завершается геологическая история карельской эпохи в вепсийское время. В это время происходит закрытие осадочно-вулканогенных прогибов с последующим образованием в той или иной степени открытых синклиналей, приразломных синклиналей, грабен-синклиналей, интенсивно дислоцированных складчатых структур и синклинориев. В вепсии в краевой юго-западной части Имандра-Варзугской грабен-синклинали формируется вулкано-тектоническая структура (Самингская), сложенная андезитами, дацитами, риодацитами и риолитами. Вблизи восточной окраины Карельского кратона внедряются интрузии ультрамафитов–нефелиновых сиенитов с карбонатитами (Ельтьезеро, Тикшеозеро), а на Кольском кратоне – интрузии монцогаббро, монцонитов, сиенитов и гранитов. С вепсийским этапом связана главная складчатость и завершение развития зон разломов. На площади Карельского и Кольского кратонов все протерозойские структуры подверглись региональному зональному (от зеленосланцевой до амфиболитовой фации) метаморфизму свекофеннского тектоно-метаморфического цикла. В то же время в Беломорской и Южно-Кольской складчатых зонах и Терском ЗКП метаморфизм проявился неравномерно в режиме отраженной активизации. В конце вепсийского времени в Беломорской складчатой зоне в участках наложенного метаморфизма и разнообразных дислокаций образуются гранитные (слодоносные и керамические) пегматиты. Таким образом, к концу карельской эпохи произошло окончательное формирование нижнего раннедокембрийского структурного этажа.

Приведенные материалы позволяют считать, что процессы магматизма, седиментации и тектоники проходили в условиях кратонизированной об-

ласти. Своеобразие развития Беломорской и Южно-Кольской(?) зон, возможно, связано с их положением в краевых частях двух кратонов и зависело от их взаимодействия.

### **Рифейская эпоха**

Рифейская эпоха отделена от карельской временем тектонического и эндогенного покоя длительностью около 100 млн лет. В нижнем рифее территория листа представляла собой область консолидации. Средне-позднерифейский этап охватывает промежуток времени от 1350 до 650 млн лет. Этот длительный этап геологической истории Восточно-Европейской платформы принято называть авлакогенным [408], хотя более точным для нее было бы название «кратонный». Восточно-Европейская платформа в это время представляла собой высокоподнятый щит, или кратон, осложненный различными по форме и генезису структурами погружения: авлакогенами, грабенами, прогибами. На территории листа «Апатиты», сформировался Беломорский интракратонный прогиб, представляющий собой фрагмент сплошного чехла, распространенного в краевой (перикратонной части Восточно-Европейской платформы [134]. Прогиб сложен типичными континентальными осадками, на что указывает наличие косої слоистости потокового типа в песчаниках, их красноцветный характер. Области сноса располагались в непосредственной близости от бассейна седиментации. С рифейской эпохой связано внедрение даек порфиринов, габбродолеритов (Куоляярвинский синклинорий), а также гипабиссальных лейцитовых, оливин-лейцитовых, оливин-флогопитовых лампроитов (Костомукшский ЗКП). В верхнем рифее начинается формирование Кандалакшского интрузивного гипабиссального комплекса, представленного дайками и трубками взрыва пикритов и фоидитов. Длительность средне-позднерифейского этапа более 700 млн лет. Это не означает, что образование авлакогенов и заполнение их осадками происходило в течение всего этого времени. Процесс седиментации, вероятно, был гораздо более кратковременным.

### **Венд-палеозойская эпоха**

В течение этой эпохи, начиная с верхнего венда, происходило формирование осадочного чехла Русской плиты Восточно-Европейской платформы. Поэтому в данной эпохе развития выделяются два этапа – вендский и палеозойский, соответствующие по времени перечисленным структурным ярусам.

К началу вендского этапа приурочена первая на Восточно-Европейской платформе, и в том числе на ее северо-западе, трансгрессия, с которой связано формирование осадочного чехла на обширной территории. Трансгрессия происходила на пенепленизированную территорию при быстром погружении дна бассейна. Вначале грубообломочными осадками были заполнены неглубокие локализованные впадины в архейско-рифейском субстрате, что привело к формированию пород осадков усть-пинежской свиты.

Е. М. Аксенов [5] полагает, что для этого времени была характерна ингрессия, проникновение мелководного бассейна по наиболее пониженным участкам довалдайского рельефа со стороны обрамлявших платформу геосинклинальных зон, после чего началось накопление глинистых осадков. Вендский бассейн характеризовался небольшой глубиной, временами его глубина не превышала зону фотосинтеза, о чем свидетельствует наличие в породах пленок растительного происхождения. На это же указывают и отпечатки бентосных мягкотелых организмов на поверхностях напластования пород. Граница современного распространения осадков венда не совпадает с палеограницей вендского бассейна, о чем свидетельствует отсутствие прибрежных фаций в краевых зонах области распространения пород венда. Бассейн распространялся на значительные области современного Балтийского щита, а на территории листа преимущественно распространены в акватории Белого моря. Смена алевритово-глинистых пород, преобладающих в нижней и средней частях разреза венда, косослоистыми песчаниками в его верхней части свидетельствует о постепенной смене бассейновых условий седиментации континентальными. Питающей провинцией в вендскую эпоху были складчатые сооружения байкалит Тимано-Печорской области.

Для палеозойского этапа Восточно-Европейской платформы характерна смена трансгрессий и регрессий эпиконтинентального морского бассейна. Точных данных о том, какие именно из этих трансгрессий достигали территории листа, нет.

Уникальное значение для геологической истории Европейского Севера имел перерыв в осадконакоплении между девоном и средним (местами ранним) карбоном, который не привел к существенным тектоническим перестройкам, но был связан с активизацией магматизма – внедрением трубок взрыва на Терском берегу Белого моря. Формирование трубок взрыва сопровождалось проникновением в рифейские породы насыщенных флюидами расплавов. Исключительное значение на территории листа имели процессы автономной тектоно-магматической активизации (ранний девон–ранний карбон). В нижнем девоне происходило формирование щелочных вулканитов ловозерской свиты и подчиненных им осадков. К этому времени приурочено внедрение и формирование многофазных плутонических ковдорского и хибино-ловозерского комплексов с оливинитами, пироксенитами, фойдитами, фойдолитами, нефелиновыми сиенитами и карбонатитами. Завершается формирование кандалакшского гипабиссального комплекса, представленного кимберлитовыми трубками взрыва и дайками щелочных пикритов, мелилититами, фонолитами и карбонатитами и др.

### **Кайнозойская эпоха**

Поздненеогеновые–ранненеоплейстоценовые осадки сохранились только в наиболее глубоких впадинах рельефа, поэтому можно говорить лишь о накоплении в конце неогена–начале неоплейстоцена в пределах суши озерных и аллювиальных отложений. Позднее площадь листа не раз подвергалась оледенениям, которые формировали морены, флювиогляциальные,

озерно-ледниковые и ледниково-морские отложения. Сохранились отложения четырех оледенений – вологодского, московского, подпорожского и осташковского. В Хибинах и Ловозерских тундрах горные ледники начинали формироваться еще до того, как подступали льды Скандинавского покровного ледника. В максимумы похолоданий покровный ледник перекрывал льды горного. При отступлении покровного ледника остаточные массивы льдов в горах преобразовывались в горные ледники, которые со временем сокращались до каровых.

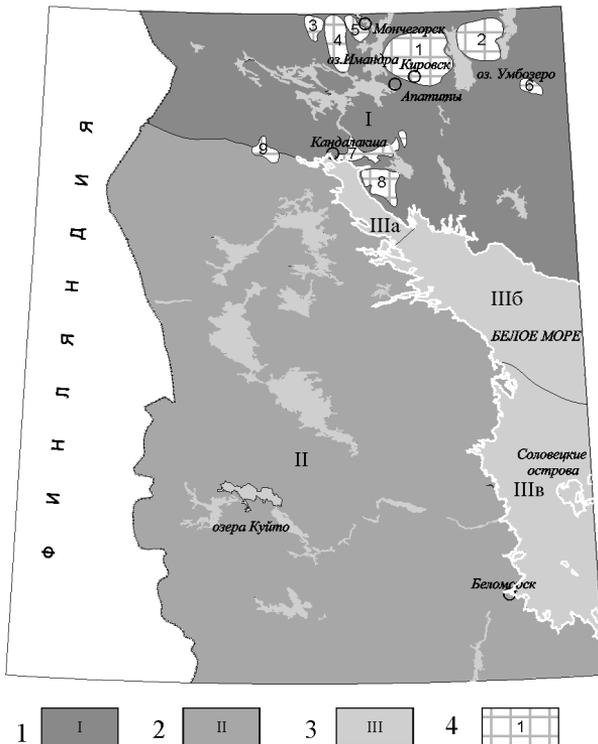
В периоды крупных потеплений, таких как лихвинское, горкинское, микулинское, значительная часть площади оказывалась занятой морем. В микулинское время береговая линия располагалась выше современного уровня на 60, предположительно до 150 м – в Карело-Кольском регионе. На суше в понижениях рельефа накапливались озерные, аллювиальные отложения, в пределах гор, возвышенностей – склоновые.

В ленинградское время осадконакопление происходило в холодноводных бассейнах. Дегляциация последнего – осташковского ледника происходила в несколько этапов, последний из которых завершился в начале голоцена формированием гляциальных комплексов покровного ледника на западе площади (калевальские слои) и горного (карового) в Хибинах и Ловозерских тундрах. На освобождаемом от льда пространстве с конца осташковского времени–начала голоцена накапливаются аллювиальные, озерные, аллювиально-озерные, морские, аллювиально-морские, эоловые, элювиальные и элювиально-делювиальные отложения, с начала интенсивного освоения территории – техногенные образования.

---

## ГЕОМОРФОЛОГИЯ

По особенностям геологического строения и геоморфологии на территории листа выделяются пять крупных морфоструктур. Две из них, в пределах суши, в общих контурах соответствуют Кольской и Карельской тектоническим областям, расположенным в пределах Кольского полуострова и Карелии; третья представляет собой впадину Белого моря, тектонически неоднородную, что отражается и морфологически (рис. 19). Каждая морфоструктура (Кольская, Карельская, Беломорская) характеризуется специфическими чертами происхождения, развития и морфологии рельефа. В Беломорской морфоструктуре выделяются три морфоструктуры подчинённого порядка: кристаллического щита, плитного чехла и беломорского грабена, сформировавшегося на ранней стадии образования Русской



**Рис. 19** Схема геоморфологического районирования (масштаб 1 : 5 000 000).

Суша: 1 – кольская морфоструктура; 2 – карельская морфоструктура; шельф: 3 – беломорская морфоструктура (IIIa – мелководная часть Кандалакшского залива до островов Столбовые луды, IIIб – глубоководная часть Кандалакшского залива, переходящая в центральную впадину Белого моря, IIIв – Онежский залив (район Самба-луда)); 4 – горные массивы (1 – Хибины, 2 – Ловозерские тундры, 3 – Нявкатундра, 4 – Чунагундра, 5 – Мончетундра, 6 – Панские тундры, 7 – Кандалакшские тундры, 8 – Колвицкие тундры, 9 – массив горы Келесуайв).

плиты и связанного с глубокими расколами кристаллического фундамента. Структурные особенности достаточно жестко связаны с морфологическими особенностями донной поверхности, а также с историей развития и особенностями происхождения донного рельефа.

## ГЕОМОРФОЛОГИЯ СУШИ

Развитие рельефа связано с геологической историей региона. Современный рельеф суши формировался на докембрийских осадочных, магматических и метаморфических образованиях, широко развитых в современном эрозионном срезе, и на палеозойских магматических. В пределах поверхности суши отсутствуют осадочные образования палеозоя–нижнего неоплейстоцена, покров четвертичных образований маломощен и прерывист. Поверхность суши развивалась в условиях длительного континентального режима, во время которого господствовали денудационные процессы. Близкое к современному гипсометрическое положение поверхности приобрела, скорее всего, в результате активизации восходящих движений на границе палеогена и неогена. Степень мобильности разных районов щита определила среднегорно-низкогорный, низкогорный или равнинный характер поверхности. Максимальная абсолютная отметка – 1191 м (в Хибинских тундрах).

На протяжении плейстоцена сформировавшийся рельеф щита был неоднократно моделирован, в основном процессами экзарации, в меньшей степени – абразии и эрозии, а также ледниковой, водно-ледниковой и водной аккумуляции. В результате экзарационного воздействия в горах сформировались трюги и кары, в пределах равнин были сглажены вершины и склоны гряд, холмов. Величина ледникового денудационного среза оценивается в 50 м [294]. В настоящее время на развитие рельефа суши преимущественное влияние оказывает неотектонический фактор.

В рельефа Карелии А. Д. Лукашовым (1976 г.) отмечена вертикальная ярусность: верхний ярус с отметками до 350 м, средний – до 180 м, нижний – до 100 м. Каждый ярус пространственно приурочен к определённой структурно-тектонической зоне фундамента: верхний – к антиклинорным зонам карелид, средний – к синклинорным зонам карелид, нижний – к системе позднепроторозойских сложных грабенов, расположенных по периферии щита на границе с Русской плитой. Границы между основными ярусами рельефа сопряжены с глубинными разломами, ограничивающими древние структурно-фациальные зоны. Пространственное положение и ориентировка форм рельефа и гидросети несут следы зависимости от структурных особенностей кристаллического фундамента, отражается его блоковое строение.

Кольский полуостров по высоте блоков более дифференцирован, но основные закономерности, выявленные для Карелии, присущи и рельефу равнин Кольского полуострова. Для блоков, высота которых более 180 м, характерно преобладание ледниковых аккумулятивных и деструктивных форм, магистральных долин стока талых ледниковых вод с линейным расположением аккумулятивных и эрозионных флювиогляциальных форм

рельефа. Для блоков, высотой от 100 до 180 м, характерно сложное строение морфоскульптуры, обусловленное сочетанием флювиогляциальных, ледниково-озёрных и ледниковых равнин. Площадь с абсолютной высотой не более 100 м является областью развития аккумулятивных и абразионных равнин морского, озёрно-ледникового и озерного генезиса.

Горы расположены преимущественно на Кольском полуострове, где они образуют пять массивов – Хибин, Ловозёрские тундры, Нявкатундра–Чунатундра–Мончетундра, Панские тундры, Кандалакшские–Колвицкие тундры. Первые два массива имеют изометричные очертания, массивы Нявкатундра–Чунатундра–Мончетундра и Панские тундры – вытянутые, Кандалакшские–Колвицкие тундры – неправильной формы с волнистой границей. Один небольшой горный массив (гора Келесуайв) расположен на границе Карелии и Кольского полуострова. Необходимо отметить, что в восточной части Кольского полуострова и Карелии равнины, в силу высокой степени расчленённости, гористые, отдельные вершины немного превышают 500 м.

Речные долины в пределах равнин на участках, разделённых колёнообразными, почти под прямым углом, изгибами, обычно в плане имеют прямолинейные очертания. В поперечном разрезе долины имеют канавообразную, нередко – V-образную форму. В горах очертания долин подчиняются структурному плану массивов, в поперечном разрезе преобладают V-образная и корытообразная формы. Озёрные котловины в подавляющем большинстве также отчётливо линейны. В целом расположение и ориентировка орографических и гидрографических элементов подчёркивают блоковую структуру кристаллического фундамента [64].

В общих чертах современный рельеф зависит и от строения земной коры, что было показано на примере Карелии А. Д. Лукашовым (1976). Положительные новейшие структуры – сложные горсты – сопряжены с антиклинорными зонами карелид и размещаются в пределах блоков с увеличенной мощностью земной коры. Отрицательные структуры – сложные грабены – приурочены к аналогичным структурам позднего протерозоя и размещаются в пределах блоков с уменьшенной мощностью земной коры. Зоны крупно-мелкоблокового строения приурочены к синклинорной зоне карелид и сопряжены с зонами сочленения блоков земной коры.

## Генетические категории, типы и формы рельефа

По степени влияния на поверхность территории рельефообразующих факторов выделяются основные генетические категории рельефа: аккумулятивный рельеф и выработанный рельеф. Последний создан в результате частичной препарировки денудацией древних геологических структур и экзарационного моделирования рельефа. Время начала формирования выработанного рельефа, с учётом сохранившихся местами мезозойско-палеогеновых поверхностей выравнивания, условно определено палеогеном. Активно идущие до настоящего времени процессы рельефообразования (неотектонические, денудационные) позволяют определить длительность формирования рельефа интервалом от палеогена до настоящего времени.

Выработанный рельеф включает структурно-денудационный и денудационный типы рельефа. Большая часть листа характеризуется структурно-денудационным рельефом, в котором выделяются четыре вида, отличающихся гипсометрическими параметрами, формами рельефа и геологическим строением.

К первому и второму видам рельефа отнесён рельеф, созданный под влиянием селективной денудации на фоне дифференцированных неотектонических движений, сопровождавшихся дизъюнктивными дислокациями; при этом первый вид формировался в условиях наиболее интенсивных неотектонических поднятий. В формировании третьего вида структурно-денудационного рельефа ведущим фактором были дизъюнктивные дислокации, четвёртого – селективная денудация.

Первый вид структурно-денудационного рельефа, сформированный на докембрийских магматических и метаморфических породах, объединяет пять разновидностей горных массивов. Первая (1) включает средние (>1000 м) и низкие (500–1 000 м) горы с платообразными вершинами. Смежные стенки каров и эрозионных распадков образуют скалистые гребни. В пределах Хибинских тундр высшая точка гор достигает 1191 м (гора **Часначорр**), в Ловозёрских тундрах высота горы **Ангвундасчорр** составляет 1120 м. Крутизна склонов увеличивается от подножия гор (10–20°) к вершинам (70–90°). В строении Хибинских и Ловозёрских тундр много общего. Оба горных массива сформировались на сложных интрузиях нефелиновых сиенитов, форма их в плане – подковообразная, открытая к востоку. Долины в пределах Хибин имеют радиальное и концентрическое направление, а в Ловозёрских тундрах – только радиальное. Склоны гор осложнены карами, тектоническими уступами.

На причины формирования гор существует две точки зрения. Авторы, вслед за А. Д. Армандом (1960), М. К. Граве и В. Я. Евзеровым, считают, что горы сформировались в результате неотектонических поднятий. Эта гипотеза подтверждается наличием по периферии массивов крупных зон разломов, фиксируемых геоморфологическими и геофизическими методами. Амплитуда новейшего тектонического поднятия Хибинского и Ловозёрского массивов определяется в 600–900 м (Кошечкин, 1969). Некоторые исследователи связывали формирование гор с процессами селективной денудации (Вуссен, Сахаров, 1967, 1973).

Хибинские и Ловозёрские тундры расчленены глубокими корытообразными долинами, заложенными по зонам тектонической трещиноватости и моделированными горнодолинными ледниками. Характерной особенностью этих долин является резкое переуглубление их древнего днища по сравнению с современным – на 80–225 м. Так, впадина оз. Вудъявр в Хибинах заполнена толщей четвертичных образований, мощностью до 225 м, Сейдозёрская впадина (в Ловозёрских тундрах) – до 170 м.

Ко второй разновидности (2) отнесены низкие горы с закруглёнными вершинами и крутыми склонами, глубоко расчленённые эрозией, расположенные на юге Мурманской области, западнее Кандалакшского залива. Для гор характерна небольшая площадь, эллипсовидность контуров, превышение над прилегающей территорией на 250–350 м. На абсолютных

высотах более 350 м склоны крутые, ниже – крутизна склонов не превышает 10–15°.

Третья (3, 4) разновидность объединяет, соответственно, средние (>1000 м) и низкие (500–1000 м) горы – Нявкатундру, Чунатундру и Мончетундру. Горы глыбовые, субмеридионально ориентированные с закруглёнными, увалоподобными гребнями и крутыми, средней крутизны склонами. Среднегорный рельеф занимает северную окраину Чунатундры, высшая точка – гора Эбручорр – достигает 1114 м. Крутизна большинства склонов не превышает 20–30°, за исключением юго-западных, северо-восточных и восточных склонов, крутизна которых 60–90°. В интервале 700–800 м (в осевых частях гор) и на абсолютной высоте около 400 м (в восточных предгорьях) фиксируются выровненные поверхности.

К четвёртой разновидности (5) отнесены низкие глыбовые горы с плоскими вершинами и ступенчатыми склонами, которые сформировались на протерозойских магматических породах, в пределах Кандалакшских и Колвицких тундр. Контуры горных массивов неправильные, максимальные абсолютные высоты – 785 м (гора Баранья Иолга) и 706 м (гора Каменная). Превышение над прилегающими районами достигает 400–450 м, склоны гор – крутые (40–50°).

На палеозойских магматических породах по периферии Хибинских и Ловозёрских тундр сформировались низкие горы пятой разновидности (6), склоны и вершины которых во время оледенений были значительно сглажены и приобрели увалоподобный облик. К этой же разновидности относятся Панские тундры. Рельеф сформировался под влиянием тектонических, денудационных и экзарационных процессов.

Второй и третий виды структурно-денудационного рельефа развиты на магматических, метаморфических породах архея и нижнего протерозоя и магматических породах палеозоя. Второй вид включает три разновидности равнин; в очертаниях их гряд, понижений просвечивается структурный план субстрата. Первая разновидность – это плоско-волнистые или всхолмлённые равнины с частично сохранившимися в рельефе отпрепарированными складчатыми структурами (7), занимающие обширные площади Карелии. Поверхность равнин представляет собой чередование почти плоских, заболоченных участков с повышениями, имеющими в форме округлые, чаще – овалы очертания. Относительная высота холмов от 5–10 до 20–30 м, ширина до 300 м, протяжённость 0,2–1,0 км. Нередко удлинение овалов соответствует структурному плану геологических образований, пологие склоны обращены в сторону падения пород. Понижения имеют различное направление, которое отражает план разрывной тектоники. Устанавливается зависимость рельефа от состава и текстуры пород. Так, наиболее устойчивые к выветриванию кварциты, основные и ультраосновные породы обычно образуют небольшие возвышенности (гряды), тогда как легко разрушающиеся слюдястые сланцы, некоторые разновидности гнейсов, а также различные катаклазированные породы, как правило, отвечают депрессиям. Местами к депрессиям приурочены системы узких озёр, соединённых между собой протяжёнными протоками. На отдельных участках (например, к западу от оз. Пяозеро) тектонические

структуры проявлены интенсивнее, чем геологические – выступающие в рельефе крупные куполовидные возвышенности с абсолютными отметками 400–416 м разделены каньонообразными ущельями глубиной до 30 м, заложёнными по разрывным нарушениям.

Грядовые и грядово-увалистые равнины (8) располагаются в пределах западной части Мурманской области и занимают относительно небольшие площади в Карелии. Относительная высота гряд и увалов 20–130 м, протяжённость гряд изменяется от нескольких сот метров до 3–5 км, ориентировка гряд подчинена направлению геологических структур.

Холмисто-грядовые равнины с участками выровненной поверхности (9) располагаются в юго-западной части Мурманской области и на севере Карелии. Абсолютные отметки обычно не превышают 500 м, максимальная – 658 м (гора Рохмойва). Относительная высота холмов, гряд возрастает с востока на запад от 30–50 до 100–150 м и более. На отдельных участках холмы, гряды разделены каньонообразными ущельями, глубиной до 30 м. Местами, в виде выровненных поверхностей, сохранились участки мезозойско-палеогенового пенеппена.

Третий вид структурно-денудационного рельефа включает четыре разновидности равнин. Морфологические особенности структурно-денудационных равнин и возвышенностей обусловлены различными соотношениями главных рельефообразующих факторов – составом пород субстрата, интенсивностью селективной денудации и направленностью неотектонических движений. Грядовые равнины (10), созданные дифференцированными неотектоническими поднятиями, приурочены к центральной части Кольского полуострова. Система параллельных гряд ориентирована в северо-западном направлении. Гряды расчленены глубокими депрессиями (до 200–250 м), имеющими ту же ориентировку. Крутизна склонов зависит от состава слагающих пород: крутые склоны сложены кианитовыми и кианит-ставролитовыми сланцами, пологие – мусковитовыми кварцитами. Холмистые равнины (11), сформированные дизъюнктивными дислокациями, расположены в районе оз. Ковдозеро и устья р. Умба. Поверхность равнин представляет собой чередование округлых и овальных в плане холмов с крутыми склонами и уплощёнными вершинами и плоских понижений, занятых болотами и озёрами. Большинство понижений линейно вытянуты в широтном направлении, узкие, щелевидные. Озёра иногда глубокие, местами с обрывистыми скалистыми берегами. Равнины несут следы морской абразии до абсолютных отметок 100–150 м.

Грядово-холмистые равнины, развитые на магматических и метаморфических породах докембрия с разновысотным блоковым строением, что находит свое отражение и в морфологии четвертичных образований (12) на магматических и метаморфических породах докембрия, широко распространены в западной части Мурманской области; в Карелии занимают небольшие разрозненные участки. Холмы чередуются с грядами, ориентированными согласно геолого-структурному плану. Разделяющие их понижения приурочены к тектоническим депрессиям. Склоны холмов и гряд имеют различную крутизну; чаще они крутые, обрывистые. Относительные превышения не более 40–100 м. К этой же разновидности

рельефа отнесены мелкогрядово-холмистые равнины (13), сформированные на породах протерозоя в пределах Карелии. Абсолютные отметки – до 170 м, относительная высота мелких гряд и холмов не превышает 5–60 м. Характерной особенностью рельефа является преобладающее соответствие продольных осей возвышенностей и понижений простираниям складчатых структур второго и третьего порядков. Более крупные древние структуры северо-западного простирания слабо отражаются в рельефе, если не считать общей северо-западной ориентировки морского побережья. Положительные формы рельефа большей частью сложены устойчивыми к денудации породами – ультраосновными и основными. Крутизна склонов холмов, гряд в пределах площадей развития третьего вида структурно-денудационного рельефа – не более 5–10°.

К четвёртому виду структурно-денудационного рельефа относятся пластовые равнины, сформировавшиеся на горизонтально или полого-ноклиналино залегающих осадочных породах протерозоя. Это низменные (до 200 м) плосковолнистые субгоризонтальные или полого-наклонные равнины (14), расчлененные эрозионными врезами (Терский берег Кольского полуострова). Наклон – в сторону моря. Южная часть равнины, прилегающая к морю, претерпела абразионную и аккумулятивную обработку водами поздне- и послеледниковых трансгрессий. Относительная высота холмов и гряд в пределах этого типа равнин изменяется чаще всего в пределах 20–100 м. Долины рек имеют ящикообразную форму, ширину 20–50 м, редко – более; в руслах рек – многочисленные перекааты. Борты долин – с крутыми и отвесными склонами, вырезанными рекой в песчаниках терской свиты, высота уступов редко превышает 15 м. Начало формирования пластовых равнин относится к концу протерозоя–палеозою, завершение – к голоцену.

Денудационный рельеф имеет незначительное распространение в пределах Кольского полуострова, приурочен к восточной части листа. Рельеф сформирован процессами комплексной денудации, снивелировавшей складчатые структуры архея и нижнего протерозоя и превратившей их в поверхности выравнивания с абсолютными высотами до 500 м. Выделены два морфогенетических вида поверхностей выравнивания. Плоские цокольные равнины (плато) древнего пенеплена (15) на складчатых структурах архея и протерозоя приурочены к верховьям среднего течения р. Стрельна. Относительные высоты не превышают 50–60 м на 1 км расстояния; лишь в долинах рек высота скульптурных террас и коренных берегов достигает 80 м. Плосковолнистые равнины (плато) (16) на складчатых структурах архея занимают северо-восточную часть листа. Колебания относительных высот обычно не более 50–60 м, склоны «волн» пологие, большая часть площади занята озёрами и болотами.

Местами на равнинах Карелии встречаются своеобразные останцы в виде одиночных массивов, сложенных коренными породами. Абсолютные высоты их приближаются к определенным уровням (0–80 м, 80–160 м, 200–300 м и т. д.), что заставляет предполагать существование здесь разновозрастных поверхностей выравнивания.

Аккумулятивный рельеф занимает отдельные разрозненные площади в пределах Мурманской области и Карелии. Формирование рельефа этой генетической категории обусловлено гетерогенной седиментацией в плейстоцене и голоцене, связанной с деятельностью ледников, водно-ледниковых бассейнов, рек, озер, морей, а также эоловыми и техногенными процессами. Возраст аккумулятивного рельефа определяется по слагающим его коррелятным отложениям квартера.

На большей части территории кристаллические породы перекрыты прерывистым плащом ледниковых отложений, облегающим их рельеф. В понижениях дочетвертичных образований мощность плаща увеличивается, рельеф усложняется – в зависимости от динамических условий движения льда и температурных характеристик на ложе ледника сформировались холмистые, холмисто-грядовые или параллельно-грядовые морены. Относительная высота моренных холмов, гряд в отдельных местах достигает 70–80 м, чаще – не превышает 15 м. Крутизна склонов различная, до 35°. На геоморфологической схеме рельеф, сформированный основной мореной, не показан.

Вследствие общего поднятия Балтийского щита в послеледниковое время в пределах побережья абразионные процессы преобладали над аккумулятивными. Плоские морские абразионно-аккумулятивные и аккумулятивные равнины и террасы голоценовые (17) на северном побережье Кандалакшского залива хорошо прослеживаются, насчитывается до пяти уровней. Голоценовые морские террасы отделены одна от другой хорошо сформированными крутыми уступами. Ширина площадок до 1–2 км. Террасы голоценового возраста приурочены к абсолютным высотам 1–50 м. Абсолютные высоты тыловых швов пляжа и отмелей достигают 4 м. На поверхности террас, особенно нижней, наблюдаются береговые валы, располагающиеся параллельно бровкам террас. Высота валов обычно не превышает 2–3 м.

На южном побережье Кандалакшского залива равнины и террасы отчетливо выражены лишь локально. Здесь отмечаются четыре террасы на абсолютных отметках около 5–7, 10–15, 20–30, 30–47 м. Южнее, на побережье Онежского залива, морская равнина представляет собой однообразную, заболоченную плоскую равнину, слабо наклонённую в сторону Белого моря. Её абсолютные отметки – до 65 м. Относительные колебания высот равнины 2–3 м, редко до 4–5 м. Поверхность равнины осложнена частыми, но незначительными по размерам суходольными островками, представленными сглаженными выходами кристаллических пород или абрадированной мореной.

Плоские морские абразионно-аккумулятивные равнины позднеледниковые–голоценовые (18) широко развиты на северном побережье Кандалакшского залива, западнее Онежского залива и в районе Кумского и Князегубского водохранилищ, оз. Тикшеозеро\*. На побережье Кандалакшского залива уступы террас отчетливее выражены на высотах не более 50 м. Выше более выражены тыловые швы террас, их абсолютные отметки

---

\*По мнению Г. С. Бискэ (1951 г.), равнины около водохранилищ и Тикшеозера имеют озёрный генезис.

обычно не превышают 120 м. В 6 км к югу от пос. Софпорог на отметке 130 м наблюдается береговой вал высотой 4 м, указывающий на уровень моря в период очередной регрессии.

В пределах территории озёрный рельеф (и абразионный, и аккумулятивный) развит незначительно, обычно вблизи наиболее крупных озёр. Плоские озерные равнины голоценовые и позднеледниковые (19) отличаются ровной поверхностью и сплошной заболоченностью. По периферии равнин иногда наблюдаются невысокие абразионные уступы. Поверхность равнин очень полого наклонена в сторону озера (или бывшего озера), на участках распространения древних береговых валов рельеф слабоволнистый. Высота уступа от 0,5 до 3 м. Значительно реже озерные равнины читаются по изолированным плоским участкам среди болот или моренной равнины.

На склонах, обращённых к озёрам, в значительном удалении от современной береговой линии, иногда можно наблюдать валунные поля шириной 150–200 м, подчёркивающие древние береговые линии, фрагменты абразионных террас (на картах, схемах не показаны), шириной до 50 м. Поверхность абразионных террас обычно имеет более крутой наклон – до 5–10° в сторону озера. Превышение тыловых швов абразионных террас над уровнем озёр тем значительнее, чем обширнее водоём. По берегам оз. Имандра насчитывается до 10 уровней абразионных террас, выраженных в виде локальных фрагментов, абсолютная высота их достигает 180 м. Современная аккумулятивная деятельность озёр обусловила формирование песчаных и галечных пляжей шириной до 30 м.

Равнины плосковолнистые или всхолмленные ледниково-озерные осташковского и осташковско-калевальского возраста (20) широко распространены на всей территории. Обычно они занимают понижения дочетвертичной поверхности. Ледниково-озёрные равнины довольно разнообразны по рельефу поверхности. Равнины, расположенные непосредственно в долинах рек, обычно имеют плосковолнистую либо плоскую поверхность. В понижениях среди моренной равнины рельеф поверхности чаще – всхолмлённый, здесь широко развиты камы, непротяжённые озы.

Плоские или слабовсхолмлённые ледниково-озёрные равнины осташковско-калевальского возраста (21) приурочены к внешней границе краевых морен, где располагались приледниковые озера. Наиболее обширная из таких равнин развита в верховьях р. Кемь, восточнее гряды Сальпаусселька II. Поверхность её большей частью заболочена.

Волнистые, грядовые и холмисто-западинные флювиогляциальные равнины осташковского возраста (22) наиболее широко распространены в западной части Кольского полуострова, приурочены к долинам рек. Тыловые части террас обычно выражены довольно отчётливо, но, в отличие от аллювиальных террас, граница с ледниковыми отложениями имеет причудливые очертания, что отражает формирование образований в ледяных берегах.

Волнистые флювиогляциальные равнины осташковско-калевальского возраста (23) приурочены как к долинам рек, так и к краевым образованиям гряды Сальпаусселька II. Поверхность их в пределах речных долин аналогична описанной выше. Поверхность флювиогляциальных отложений,

приуроченных к краевой гряде, неоднородна, амплитуда относительных превышений увеличивается от центра к краям.

Наледниковой абляционно-сплывной мореной осташковского возраста (24) и осташковско-калевальского возраста (25) сформированы холмистые равнины. Холмы преимущественно кольцевой и полукольцевой формы; на отдельных площадях встречается «филигранный» грядово-кольцевой рельеф морен – сочетание гряд, изогнутых в виде колец и полукольцев (диаметр 300–400 м) с короткими прямолинейными грядами высотой 2,5–15 м.

### **Формы рельефа в пределах суши**

Формы и группы форм рельефа оказывают существенное влияние на облик гор и равнин. По генезису они могут быть разделены на тектонические, ледниковые, водно-ледниковые, флювиальные, морские, озерные, аллювиально-морские, биогенные, мерзлотно-солифлюкционные, карстовые, эоловые и техногенные.

К тектоническим формам относятся приуроченные к локальным и региональным разломам прямолинейные участки речных долин и озерных котловин. К числу скульптурных ледниковых форм относятся друмлины (высота 9–25 м, протяженность 0,2–3 км, ширина до 300 м, форма в плане – эллипсоидная, каплевидная и игловидная), бараньи лбы (высота 1–10 м, длина до 100 м), ледниковые шрамы и штриховка (глубина измеряется миллиметрами, протяженность – метрами). Наиболее крупные из конечных морен (высотой до 80 м, шириной до 600 м и протяженностью от 1 до 60 км) связаны с краевыми зонами оледенений и их стадий. К ним относятся Терские Кейвы на Кольском полуострове и Сальпаусселька II в Карелии. Они отличаются сложным строением, представляя собой сочетание моренных гряд, озов, камов и флювиогляциальных дельт. Длина фронтальных моренных гряд в Карелии достигает 2 км, ширина от 20 до 60 м, высота от 5 до 15 м. Гряды обычно асимметричны – дистальные склоны круче проксимальных. Продольные профили неровные: повышенные участки гряд сменяются различными по глубине седловинами. Гряды разделены ложбинами стока талых вод, которые часто завершаются на выходе из пояса краевых образований флювиогляциальными конусами выноса и зандрами. С внутренней стороны от фронтальной конечноморенной гряды расположены продолговатые холмы и гряды, вытянутые субпараллельно. Длина их достигает 400 м, высота обычно не превышает 8 м.

Обширный комплекс краевых образований представляют собой острова Соловецкого архипелага. Здесь развиты крупные моренные холмы и гряды с превышениями в несколько десятков метров, формирующие типичный моренный ландшафт, прослеживаемый не только на самих островах, но и на прилегающем дне. Особенно четко это видно на северной оконечности архипелага. Ориентировка форм рельефа в целом довольно хаотична. Помимо моренных образований, выделяются также формы водно-ледникового рельефа. Аналогичные образования расположены по берегам северной части Онежского полуострова, являясь как бы продолжением Соловецкого комплекса.

Среди форм водно-ледниковой аккумуляции на суше распространены камы и озы. Камы чаще образуют группы и поля, но встречаются и обособленные. Обычно это холмы разнообразной формы высотой 2–80 м (чаще до 20 м). Камовые поля достигают по площади 1,5 км<sup>2</sup>, редко – более. Холмы в диаметре у основания 50–200 м, высота их 5–10 до 40–50 м, вершины округлые или плоские, редко – конусообразные. В пределах полей камы обычно разделены между собой воронкообразными котловинами, дно которых часто заболочено или занято озёрами. Местами группы камовых холмов сливаются, образуя плоские озоподобные гряды с чётковидными вершинами.

Озы – гряды с основанием шириной до 100 м, четко ориентированные по направлению движения ледника (радиальные озы) или перпендикулярно ему (маргинальные озы). Длина озовых гряд 0,8–6 км, изредка до 60 км при относительной высоте 1–50 м, ширина при основании – до 100 м. Вершины крупных озов плоские, широкие, местами – узкие; вершины небольших по высоте озов обычно узкие, гребневидные.

Зандровые равнины распространены к востоку от пояса краевых образований Сальпаусселька II. Поверхность их ровная, очень полого понижается от гряды к востоку. На некоторых участках зандры примыкают к дистальным склонам фронтальных напорных морен. Здесь они представляют собой узкие (до 300–500 м) полосы, полого-наклонные, осложнённые мелкими радиальными ложбинами стока талых ледниковых вод. Поверхность зандров – от волнисто-бугристой до почти плоской.

Флювиогляциальные дельты и конусы выноса по морфологическим особенностям имеют много общего – в плане близкую к треугольной форму, поверхности, расчлененные эрозионными ложбинами стока. Размеры дельт и конусов – обычно до 500 м в поперечнике, встречаются и более крупные формы. Высота дельт относительно ледниково-озёрной равнины и конусов – относительно понижений колеблется в пределах 10–20 м.

Из эрозионных водно-ледниковых форм на суше встречаются ложбины стока талых ледниковых вод, которые чаще всего приурочены к древним речным долинам, нередко полностью заполненным флювиогляциальными отложениями. Сечение их **V-образное и канавообразное, с высокими стенками**. Глубина их 10–60 м и более, протяженность достигает нескольких десятков километров.

Флювиальные формы в Карелии и на Кольском полуострове представлены молодыми, слабо разработанными речными долинами с поймой высотой 0,5–1,0 м и чаще всего одной–двумя аккумулятивными или скульптурно-аккумулятивными террасами высотой до 1,0–3,5 м (первая надпойменная терраса) и 2,0–4,5 м (вторая надпойменная терраса) голоценового или позднеледникового возраста. Ширина террас достигает 100 м (первая), 400 м (вторая). Часто террасы развиты фрагментарно, и ширина их не превышает первых десятков метров. В поле развития ледникового комплекса последней (на территории листа) стадии отступления ледника, отмечается лишь прерывистая пойма высотой до 1,5 м. Здесь врезы рек неглубокие, водотоки текут почти на уровне своих берегов.

Речные долины часто сопряжены с разрывными нарушениями, продольный профиль долин ступенчатый (много порогов, перекаатов, стремнин); поперечный профиль V- или U-образный.

Морские и озерные формы приурочены к побережью озер и Белого моря. К ним на суше относятся абразионные уступы высотой 15 – 55 м, береговые валы, террасы аккумулятивные и скульптурно-аккумулятивные. Высота морских береговых валов в отдельных случаях достигает 13 м. Относительная высота уступов озерных террас 0,2–3,0 м (реже 5,0 м), морских – 5–6 м. У крупных озер (оз. Имандра) отмечается до четырех аккумулятивных террас высотой 4, 6, 9–11, 13–14 м [172].

Биогенные формы обусловлены микрорельефом поверхности низинных, верховых и переходных болот. Болота не показаны на геоморфологической схеме, так как они присутствуют повсеместно, но из-за малой мощности болотных отложений лишь немного нивелируют рельеф – происходит зарастание и сокращение озёр, заторфовывание равнин и понижений. Глубина болот достигает 5 м. По типу микрорельефа болота территории листа относятся к плоским, кочковатым и грядово-мочажинным. Торфяные кочки округлые или овальные диаметром 0,5–1,0 м и высотой 0,2–0,5 м, гряды шириной 1–10 м, высотой 0,3–1,2 м имеют протяженность от нескольких десятков до сотен метров. Межгрядовые понижения заняты обводненными, нередко топкими мочажинами. В настоящее время происходит зарастание мелких озёр, и на отдельных участках – крупных.

К мерзлотно-солифлюкционным формам относятся каменные моря, курумы и солифлюкционные террасы, широко распространенные на Кольском полуострове. Каменные моря занимают обширные площади плоских водораздельных пространств и образуются под влиянием морозного выветривания. Они сложены преимущественно крупнообломочным неокатанным материалом, с размером обломков 0,2–2,0 м, в редких случаях до 3–4 м. На склонах гор (Хибины, Ловозерские тундры и др.) под влиянием морозных, гравитационных и солифлюкционных процессов продолжают свое формирование подвижные осыпи – курумы. Ширина курумов измеряется десятками метров, длина достигает нескольких сот метров.

Солифлюкционные террасы формируются в зоне распространения многолетней мерзлоты на Кольском полуострове на склонах крутизной 5–30°. Они отличаются «языкообразной» формой с выпуклой поверхностью, обращенной вниз. Высота склонов террас 0,8–1,5 м. Формирование террас связано с морозным выветриванием и гравитационным перемещением обводненного мелкого обломочного материала с примесью песчаных и глинистых частиц.

Эоловые формы представлены главным образом дюнами, реже воронками или котловинами выдувания. Наиболее значительные площади эоловые формы занимают на песчаных берегах Кольского полуострова. Высота холмов и гряд дюн 0,5–15 м, в отдельных случаях до 100 м. Крутизна наветренных склонов до 20°, подветренных – до 45°. Площадь дефляционных воронок и котловин – до 200 м<sup>2</sup> и более.

Техногенные формы представлены терриконами, насыпями, дамбами высотой 2–30 м и более, а также карьерами площадью от нескольких до сотен квадратных метров, редко – более.

## ГЕОМОРФОЛОГИЯ ШЕЛЬФА

В морской части листа Q-36 по особенностям рельефа четко выделяются три геоморфологических района: мелководная часть Кандалакшского залива до островов Столбовые Луды (*IIIa*), глубоководная часть Кандалакшского залива (*IIIб*), переходящая в центральную впадину Белого моря, приподнятая часть Онежского залива, район Самба-луда (*IIIв*). Большая часть описываемой подводной территории относится к Балтийскому кристаллическому щиту, в пределах которого практически полностью располагаются первый и третий районы. Глубоководная впадина и ее Кольский склон с мелководьем относятся уже к платформенной морфоструктуре, причем сама впадина практически совпадает с древней рифтовой структурой, выполненной мощной толщей терригенных пород верхнего протерозоя. Морфоскульптурная составляющая рельефа практически полностью модифицирована ледниковыми процессами. Все это создало то многообразие рельефных форм различного возраста, которое и нашло отражение на геоморфологической схеме.

Несмотря на относительную маломощность четвертичного осадочного покрова в пределах приподнятой морфоструктуры Балтийского кристаллического щита здесь развиты преимущественно формы рельефа, связанные с четвертичными отложениями. Выработанный рельеф развит только в зоне древнего рифта, где характер рельефа предопределен мощными тектоническими процессами.

В мелководной части Кандалакшской губы значительная часть дна представлена выровненными или слаборасчлененными преимущественно субгоризонтальными поверхностями. Степень их расчлененности зависит от характера рельефа кровли подстилающих отложений, а также от интенсивности процессов аккумуляции в приледниковых бассейнах. В настоящее время происходит размыв этих поверхностей или существует режим ненакопления донных отложений.

Поверхность ледниково-морских аккумулятивных равнин (35) нарушается участками с всхолмленным или холмисто-увалистым ледниковым рельефом. Относительные превышения здесь составляют 10–15 м, более распространены формы рельефа, высота которых не превышает 10 м. Эти участки связаны обычно с местами осцилляционных задержек ледниковых потоков около выступов кристаллического фундамента. Рельеф здесь типично выработанный и представлен обычно скалистыми островами (например, Столбовые Луды).

Особое место занимают грядово-холмистые субгоризонтальные морские аккумулятивно-денудационные равнины шхерных областей голоценового возраста (32). Этот тип рельефа наиболее проявлен в кутовой части Кандалакшского залива, а также местами в Порьей и Ковдинской губах. Генетически он связан с подходом к морскому дну пород кристаллического фундамента. Рельеф морского дна здесь интенсивно расчлененный, с широким развитием мелких, большей частью изометричных и хаотически расположенных форм, с относительными превышениями от 5 до 15 м и размерами от первых сотен метров до 1 км. При этом поднятия часто представлены мелкими островами, в расположении которых просматривается

линейность, связанная с древними дизъюнктивами. На склонах часто видны тектонические зеркала скольжения. Локальные впадины с достаточно мощным покровом морских осадков чередуются с выходами ледниково-морских, флювиогляциальных и ледниковых отложений, которые опознаются по скоплениям валунно-галечного материала. Берега у островов преимущественно валунные, что также указывает на размытые ледниковые образования. Характерен «курчавый» рельеф островов, связанный с экзарационной деятельностью ледников. Современные абразионные процессы не оказывают существенного влияния на устойчивые к размыву кристаллические породы.

Плоские морские, абразионно-аккумулятивные равнины голоценового возраста (28) представлены в описываемом районе фрагментарно, развиты в самом куту Кандалакшского залива, в виде прерывистых участков прослеживаются вплоть до глубоководной равнины Кандалакшского залива, а также развиты в наиболее крупных губах. Характерной чертой рельефа здесь является частое присутствие поднятий, представленных выступами кристаллических пород или ледниковых отложений, перекрывающих эти породы.

Последним элементом рельефа, связанным с береговой линией, являются полого-наклонные и полого-волнистые ундуловиальные равнины (30), развитые вдоль выровненных участков береговой линии до глубин 10 м. Характерно, что часто эти равнины не связаны с аналогичными береговыми формами рельефа, а примыкают непосредственно к скалистым берегам. Узкие и локальные пляжи формируются только в вогнутых участках берега, при этом уже на глубине 2–3 м часто сменяются валунными отмостками.

Для данного района характерна высокая изрезанность береговой линии, во многом связанная с движением ледниковых потоков. Примером может служить вершина Кандалакшского залива, представляющая собой по существу ледосборную воронку. Рельеф морского дна здесь представлен серией узких линейных депрессий U-образной формы, северо-северо-западной и запад-северо-западной ориентировки, глубоко вдающихся в сушу. Ширина этих ложбин составляет 0,5–2,0 км при протяженности от 15 до 20 км. Относительные превышения описываемых форм, по-видимому, составляли 50–100 м, при углах склонов от 10 до 20°. В вершине залива эти депрессии сменяются чередованием вытянутых гряд, сложенных кристаллическими породами и разделяющими их депрессиями с глубинами до 30 м и многочисленными банками. Сохраняются и крутые склоны, разделяющие эти депрессии и гряды. Состав донных осадков чрезвычайно разнообразен – от валунов до пелитов. Первые развиты на привершинных частях гряд, а вторые – в межгрядовых понижениях.

Бухтовые и шхерные берега чередуются с участками выпрямленного тектонического берега, представляющего собой выходы кристаллических пород непосредственно вдоль береговой линии.

Глубоководная часть района, протягивающаяся от островов Столбовые Луды до восточной границы листа, характеризуется преобладанием выработанного денудационно-структурного рельефа на архейских и протерозойских магматических и метаморфических породах, а также на осадочных

породах верхнего протерозоя. Собственно само образование столь крупной отрицательной формы рельефа связано с зоной растяжения, которая выполнялась терригенными породами рифея, а впоследствии была существенно модифицирована ледниковыми процессами. К указанным формам относятся наклонная равнина (26) и полого-наклонная ступенчатая равнина (27), приуроченная к подножию склонов. Наклонная равнина характеризуется углами до  $5-10^\circ$ , относительно ровной поверхностью, сложенной коренными породами с маломощным покровом четвертичных отложений. Наиболее крутой склон располагается с юго-западной стороны впадины у устья Кандалакшского залива. Здесь реальные углы превышают  $30^\circ$ . Современные осадки на подобных склонах практически отсутствуют из-за активного развития гравитационных процессов, что хорошо видно на снимках высокочастотного профилографа.

В центральной впадине Белого моря, начиная от устья р. Оленица, верхняя часть наклонных равнин сложена ледниковыми отложениями, а вдоль бровки развиты краевые грядобразные формы моренного рельефа. Все они имеют северо-западную ориентировку. Их высота изменяется от 20–30 до 50–60 м, при протяженности в несколько десятков километров. Форма асимметричная с более крутым «бережным» склоном и пологим «морским», который переходит постепенно в склон самих впадин. Данные гряды сложены плотными глинистыми песками и песчаными глинами серого и коричневатого-серого цвета с постоянной примесью валунно-галечного материала и связаны с развитием осташковского оледенения. В настоящее время на вершинах гряд происходит размыв и они покрыты бронирующей валунно-галечной отмосткой. На геоморфологической схеме эти формы показаны внесмасштабным знаком. На юго-западном склоне центральной впадины четко выраженные ледниковые гряды отсутствуют, но вдоль самой бровки развиты мелкие грядобразные формы высотой до 10 м и углами склона в  $1-2^\circ$ . Длина их обычно не превышает первых километров. Возможно, это боковые морены, сформировавшиеся за счет выдавливания осадочного материала из желоба при движении по нему ледника (рис. 5).

Полого-наклонная ступенчатая равнина располагается в нижней части выработанных склонов. Углы наклона здесь гораздо меньше и составляют обычно первые градусы. Ступенчатость вызвана обычно наличием многочисленных оползней, достигающих подножия склона и формирующих присклоновый шлейф осадочных образований. У подножия склонов часто формируются депрессии, выполненные сложным комплексом осадочных образований мощностью более 100 м (рис. 5). Дно покрыто маломощным покровом современных осадков. Формирование глубоководной впадины происходило на протяжении всей истории формирования Белого моря, что и отражено в индексе.

Последняя существенная перестройка рельефа в Центральной впадине происходила в неоплейстоцене под воздействием ледников. Продвигаясь по Кандалакшскому грабену, ледниковый поток видоизменил его днище, создав серию продольных ложбин глубиной до 20–40 м. Юго-восточный склон грабена был значительно выположен за счет резкого усиления экзарации при столкновении ледникового языка с препятствием.

Наиболее заметным элементом рельефа глубоководных впадин является плоская морская аккумулятивная и абразионно-аккумулятивная равнина голоценового возраста (28), сложенная морскими нефелоидными отложениями мощностью около 5–10 м, нивелирующими неровности доголоценового рельефа. Поверхность дна абсолютно плоская. Иногда отмечается слабая волнистость рельефа, относительные превышения в подавляющем большинстве не превышают 1–3 м. Формируется в результате нефелоидного накопления взвешенного материала биогенно-терригенного происхождения.

Вдоль северного берега развита террасовидная поверхность с отметками 60–70°, на которой развиты волнистые и всхолмленные ледниково-морские равнины осташковского возраста (35), сложенные ледниковым материалом. Превышения составляют 2–5 м, углы склона – несколько десятков минут. Ледниково-морская равнина развита (по геофизическим данным, заверенным геологическим пробоотбором) у юго-западного борта Кандалакшского грабена на участке смены его экспозиции. Здесь ледник существенно выложил рельеф склона, который и послужил цоколем для формирования указанной равнины. Поверхность ее слабонаклонная в сторону оси впадины, поверхность мелкогрядовая, возможно связанная с оплыванием песчаных отложений ледниково-морского генезиса. Время формирования – неоплейстоцен, в голоцене происходил частичный размыв сформировавшихся осадков.

Вдоль северо-восточного и юго-западного берегов Кандалакшского залива и Терского берега узкой полосой протягиваются полого-наклонные, грядовые и слабовсхолмленные аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные морские прибрежные равнины, позднеголоценовые (31). Они сформированы достаточно мощным, но прерывистым чехлом нефелоидных и нефелоидно-флювиальных отложений, сквозь которые просвечивают подстилающие ледниково-морские образования. Глубины 10–25 м. Мощность голоценовых осадков – от первых до 5–7 м. В трубках часто вскрываются сокращенные разрезы с внутрiformационными перерывами, что говорит о пульсационном формировании осадочного покрова в течение позднего голоцена.

Полого-наклонные и полого-волнистые ундалювиальные равнины (30) в пределах данного района развиты только в Кузрекской бухте, где ширина террасовидной площадки между линией берега и склоном Кандалакшской впадины существенно расширяется. Поверхность дна здесь выровненная, у берега полого-волнистая за счет формирования вдольбереговых валов высотой до 0,5 м. непосредственно в сторону устья ундалювиальная равнина переходит в аккумулятивно-морскую (глубины до 5 м), где формирование вдольбереговых баров и кос связано уже с речным питанием. Время формирования данных равнин – поздний плейстоцен.

Береговая линия южного берега Кольского залива между Порьей губой и Турьим полуостровом изрезанная, с типичными губами-фиардами и участками скалистого берега между ними. От Турьего полуострова характер берега резко меняется. Это низменный бухтово-абразионный выровненный берег, сложенный осадочными породами рифея. В вершины бухт обычно впадают водотоки. Юго-западный берег Кандалакшского залива –

фиардовый, тектонический, сложенный скалистыми породами. Восточнее губы Чупа он приобретает выровненный вид. Простираение его совпадает с основными тектоническими линеаментами.

Третий геоморфологический район занимает западную часть Онежского залива и представляет собой в целом мелководную денудационно-аккумулятивную поверхность, развитую на неглубоко залегающем цоколе кристаллических пород фундамента, моделированную неоплейстоцен-голоценовыми рельефообразующими процессами. Внешняя часть указанного района (до Соловецкого архипелага) сформирована преимущественно современными денудационными процессами. Однако большая часть ее занята волнистой аккумулятивной и всхолмленной ледниково-морской равниной осташковского возраста. На ней локально развиты участки, представленные волнистыми голоценовыми морскими равнинами, приуроченными к депрессиям ледникового рельефа.

Полого-наклонные, грядовые и слабовсхолмленные аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные морские прибрежные равнины, позднеголоценовые (31) по оси от острова Олений к Соловецкому архипелагу сменяются плосковолнистыми или всхолмленными ледниковыми равнинами осташковского возраста (33), среди которых развиты локальные участки, сложенные ледниково-морскими отложениями, формирующими аккумулятивные поверхности соответствующего генезиса. Высота ледниковых гряд составляет 1–5 м. Ориентировка их достаточно хаотична, мощность осадочного покрова не более 10–15 м. Они непосредственно переходят в комплекс краевых образований Соловецких островов, который представлен крупными моренными холмами и грядами с превышениями в несколько десятков метров, формирующими типичный моренный ландшафт. Форма гряд – дуговая. Вероятно, сам массив Соловецких островов можно рассматривать как островной многоэтапный ледниковый комплекс, который достаточно широко представлен на территории Карелии. Впоследствии ледниковый рельеф был существенно преобразован морскими процессами, что хорошо видно не только на самих островах, но и на прилегающем дне.

С этим предположением хорошо совпадают и обширные подводные волнистые флювиогляциальные равнины осташковского возраста (34), представленные слаборасчлененными субгоризонтальными поверхностями, своим внешним обликом напоминающие зандровые поля, развитые вдоль Карельского берега и сложенные разнозернистыми песками с гравием и галькой кристаллических пород. От о. Олений и почти до устья р. Кемь вдоль берега прослеживается грядовая морская равнина с прерывистым чехлом нефелоидных голоценовых отложений. Распределение поднятий неравномерное, и по своему облику данный район напоминает затопленный шхерный район. Высота гряд 5–10 м, углы склонов около 1°. Глубины 10–25 м. Мощность голоценовых осадков – от первых до 5–7 м.

Внутренняя часть Онежского залива большей частью представляет собой волнистые и всхолмленные ледниково-морские равнины осташковского возраста (35). Это субгоризонтальные поверхности, которые осложнены скоплениями невысоких пологих холмистых форм рельефа с относительными превышениями до 5–10 м. Углы склона как пологие, так и более

крутые, но не превышают 1°. Мощность осадочного покрова достигает 20 м. Она уменьшается на поднятиях, которые связаны с выступами кристаллического фундамента. В проливе Западная Соловецкая Салма ледниково-морские отложения слагают абсолютно выровненную современными эрозионными процессами поверхность, которая с поверхности перекрыта тонким слоем песков, слагающих рифели высотой до 0,5–0,8 м, что позволяет отнести рельеф этих участков к субгоризонтальной, морской грядовой и мелкогрядовой флювиальной равнине, позднеплейстоцен-голоценового возраста (36). В юго-западной части губы у Беломорска морское дно представлено плоскими морскими аккумулятивными и абразионно-аккумулятивными равнинами голоценового возраста (28), сложенными с поверхности морскими нефелоидными отложениями, мощность которых может превышать 5 м, в среднем составляя 2–3 м. Формирование их связано как с выносами рек, так и с условиями слабой циркуляции вод в вершине залива.

В районе устья р. Кемь и у южного берега Онежского залива рельеф дна представлен грядово-холмистой субгоризонтальной морской аккумулятивно-денудационной равниной шхерного типа (32), что подразумевает высокую степень расчлененности. Характеристика рельефа дана нами при описании Кандалакшского залива. Укажем только, что в распределении поднятий, фиксированных обычно островами, сложенными кристаллическими породами с высотой до 80 м, не проявлена та линейность, которая характерна для шхер вблизи г. Кандалакша. Кроме того, здесь практически отсутствуют моренные острова, а размеры островов в целом более крупные. Характер берегов в юго-западной части Онежского полуострова низменный. Литодинамические процессы достаточно вялые.

Отмелость берегов приводит к формированию гигантских осушек при высоте прилива немногим более 1,2 м. Местами в районе Беломорска берег приобретает черты типичных ваттов. Абразия берегов практически отсутствует.

Таким образом, дно Белого моря характеризуется весьма контрастным рельефом, где глубокие желоба сменяются приподнятыми участками донной поверхности и современная аккумуляция сменяется денудацией. Дно и берега Белого моря несут отчетливые черты ледниковой обработки. Собственно сам Онежский залив представляет собой ложе ледникового языка.

История развития рельефа фрагментарно восстанавливается с рифея. В начале позднего протерозоя территория суши представляла собой область преобладающих поднятий и являлась частью единой Фенно-Сарматской платформы. В это время происходила интенсивная денудация и выравнивание поверхности кристаллического фундамента, формирование «протоплена» и сопряжённых с ним кор выветривания, обнаруженных южнее площади листа под палеозойским осадочным чехлом (Галдобина, 1967).

В середине позднего протерозоя Балтийский щит обособляется как самостоятельная структурная единица в теле Восточно-Европейской платформы. С движениями по разломам в это время было связано формирование тектонических депрессий общего северо-западного простирания, активная вулканическая и магматическая деятельность, появились различия

в строении Карельской и Кольской морфоструктур, произошло заложение впадины Белого моря.

В рифейское время впадина Белого моря была заполнена водами континентального бассейна; на остальной части площади преобладал континентальный режим. В конце протерозоя оформилась главная особенность развития рельефа – общая тенденция к поднятию, на фоне которого проявлялись колебательные движения. Судя по пространственной зависимости положительных морфоструктур с древними антиклинорными зонами, а отрицательных – с грабенами, что свидетельствует об унаследованном развитии основных структурных элементов, можно предполагать существование неровностей рельефа уже в протерозойское время. При этом наиболее приподнятые части размещались на месте современных возвышенностей. Начиная с венды, в пределах части Белого моря существовал морской бассейн, который в пермское время постепенно обмелел.

В палеозое Кольский полуостров и Карелия развивались в условиях платформенного режима. По-видимому, в палеозое завершилось морфотектоническое обособление Кольской и Карельской зон карелид. В триасе континентальный режим установился на всей площади, дальнейшее развитие территории Карелии и Кольского полуострова происходило в условиях преобладающих поднятий. В мезозой-палеогеновое и миоцен-раннеплиоценовое время тектоническая стабилизация привела к формированию поверхностей выравнивания и кор выветривания.

Мезозой-палеогеновый цикл денудации подтверждается сведениями о находках нижнепалеогеновой коры выветривания (Никонов, 1968; Стрелков, 1972, 1973; Легкова, Бонбенкова, Щукин, 1977; и др.). В это время рельеф представлял собой полого-увалистую равнину, часть которой либо вся площадь периодически могли заливаться водами шельфового моря.

На рубеже олигоцена–миоцена начались дифференцированные блоковые движения. Например, Хибинский массив в этот период был приподнят над окружающей равниной на 200–300 м [50]. Одновременно в пределах Кандалакшского залива и центральной части Белого моря начала оформляться крупная впадина.

В миоцен-нижнеплиоценовый этап произошло затухание тектонической активности; возможно, в это время были сформированы выровненные площадки на склонах Хибин, хр. Чунатундра, Мончетундра. Далее, в период усиления тектонической активности была сформирована речная сеть и горные массивы; высота Хибин достигла 500 м. В третий этап поднятия, охватывающий плейстоцен–начало голоцена, высота массива достигла 800 м.

На территории Карелии, кроме палеоген-неогенового, намечен еще один рубеж, отражающий усиление движений – на границе среднего и позднего неоплейстоцена (Лукашов, 1976). Более мелкие ритмы гляциоизостатической природы, проявившиеся в плейстоцене, накладывались на эти крупные ритмы. 6–7 тыс. лет назад темп поднятий замедлился (Арманд, Самсонова, 1969), что, по-видимому, обусловлено достижением изостатического равновесия. В целом новейший тектонический режим территории Карелии и Кольского полуострова, по терминологии Н. И. Николаева (1962), относится к положительно направленному типу развития.

Гляциоизостазия вызывала усиление геодинамических процессов, что приводило к дифференциации блоков по скорости воздымания. В пределах континентальной части относительно медленно воздымалось южное побережье Белого моря, наиболее отстающим блоком продолжала оставаться акватория. Гляциоизостатические компенсационные движения усложнили ритмику новейшего тектонического режима, но не подавили её целиком, вследствие чего главные этапы движений в плейстоцене не согласуются с основными стратиграфическими подразделениями квартера, отражающими динамику материковых оледенений.

Неоднократное воздействие ледников на рельеф чередовалось с морскими трансгрессиями, во время которых большая часть площади оказывалась под водой. В течение плейстоцена территория испытала не менее шести оледенений. Отдельный ледниково-межледниковый цикл развития рельефа состоял из трёх этапов. На первом этапе, в период развития оледенения, преобладали процессы экзарации; на втором, во время деградации ледника – аккумуляции; на третьем, в межледниковье, в пределах акватории, происходило образование выровненных абразионных и абразионно-аккумулятивных поверхностей, на суше формировались континентальные формы рельефа.

Последнее оледенение, закончившееся в позднеплейстоцен-голоценовое время, оставило многообразный комплекс форм рельефа не только покровного, но и горно-долинного, и карового ледников. Деградация ледника сопровождалась формированием обширного морского бассейна, осадки которого в настоящее время распространены до абсолютных отметок 140 м. Именно в это время были сформированы ледниковые краевые образования, которые в настоящее время являются одной из самых характерных форм рельефа морского дна. Сложный трансгрессивно-регрессивный режим привел к формированию ступенчатого характера приморской территории, а регрессия в начале бореального времени обусловила появление обширных абразионных зон на дне моря, где в настоящее время не происходят процессы седиментации, а гранулометрический состав перлювиальных отложений находится в резком несоответствии с существующими гидрологическими условиями. Завершение ледниково-водного этапа развития во впадине Белого моря обусловило появление новых форм рельефа, связанных с течениями, волнением и другими седиментационными процессами. Одновременно прекратился сток талых вод, что привело к резкому снижению темпа осадконакопления и консервированию древних форм рельефа. С поздним голоценом связано формирование столь специфичных для Белого моря форм рельефа как песчаные волны и гряды, связанные с современным приливо-отливным режимом. В голоценовое время рельеф суши также усложнялся морскими, аллювиальными, озёрными, склоновыми и техногенными процессами, а в пределах акватории ведущими стали морские процессы.

## НОВЕЙШАЯ ТЕКТОНИКА

Ориентировочно, за начальный рубеж новейшего тектонического этапа принят конец палеогена–начало неогена. Новейшая тектоническая структура имеет отчётливое блоковое строение. Стил новейшей тектоники Карелии и Кольского полуострова определяется перемещением жёстких блоков фундамента по долгоживущим или омоложенным разломам (Лукашов, 1976). Главными являются вертикальные движения блоков по разломам, в ряде случаев наблюдались комбинированные движения блоков по крутым надвигам с горизонтальной составляющей и сдвиги. Современные движения на большей части территории имеют положительную направленность и относительно высокие скорости – более 4 мм/год, южнее Кемского линеймента – менее 4 мм/год.

В пределах Карелии эпицентры землетрясений отмечены в двух зонах – по линии Кемь–Ухта, к северу от неё и вдоль побережья Белого моря (Лукашов, 1976).

---

---

---

## ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Территория листа охватывает восточную часть Балтийского щита. В гидрогеологическом отношении – это одноименная система гидрогеологических массивов (*I*) с преимущественным распространением трещинных и трещинно-жильных подземных вод в коренных, большей частью кристаллических породах разного возраста, состава и генезиса, перекрытых почти повсеместно преимущественно маломощным чехлом четвертичных отложений. Распространение, формирование, динамика, ресурсы и качество подземных вод на этой территории определяются как ее физико-географическими условиями, так и степенью пористости и трещиноватости водовмещающих пород. Ниже приводится характеристика основных гидрогеологических подразделений, выделяемых на территории листа, включая не показанный на гидрогеологической схеме четвертичный водоносный комплекс, но местами характеризующийся значительным ресурсным потенциалом.

**Четвертичный водоносный комплекс** в целом характеризуется незначительными мощностями, которые на большей части территории редко превышают 10 м и только на ограниченных площадях достигают 225 м (см. **Схему мощностей четвертичных образований**). Он приурочен к различным генетическим типам четвертичных отложений, основными из которых являются торфяно-болотные, аллювиальные, озерные, морские, озерно-ледниковые, флювиогляциальные и ледниковые [140]. К каждому из этих генетических типов приурочены водоносные горизонты, кратко охарактеризованные ниже. Они существенно различаются по своим емкостным и фильтрационным показателям.

*Водоносный горизонт торфяно-болотных отложений* широко распространен и приурочен, как правило, к слабодренированным понижениям в рельефе или плоским водоразделам, залегая на всех генетических типах четвертичных отложений. Мощность торфяно-болотных отложений на Кольском полуострове 1–5 м, а на Карельской территории 2–9 м, иногда больше. Разгрузка этого горизонта осуществляется главным образом в поверхностные водоемы и водотоки. Дебиты шурфов, вскрывших подземные воды в торфяниках, составляют обычно 0,01–0,2 л/с при понижениях уровня на 1 м. Минерализация подземных вод в различных болотных массивах от 30 до 150 мг/дм<sup>3</sup>. По составу они гидрокарбонатные кальциевые с высокими содержаниями органических веществ, аммонийного азота (NH<sub>4</sub> до 5 мг/дм<sup>3</sup>) и железа (от 0,3–5 до 27 мг/дм<sup>3</sup>). Все это наряду с неблаго-

приятными органолептическими свойствами (цвет, запах и др.) делает их малопригодными для хозяйственного использования.

*Водоносный горизонт современных аллювиальных отложений* имеет весьма ограниченное распространение в долинах наиболее крупных рек и характеризуется небольшими мощностями. При мощности более 2–3 м горизонт может представлять интерес для использования его в целях водоснабжения мелких потребителей. Дебиты источников из данного горизонта 0,1–0,4 л/с. **Химический состав этих вод преимущественно гидрокарбонатный кальциевый** при минерализации 0,1–0,36 г/дм<sup>3</sup>. Воды пригодны для питьевого водоснабжения.

*Водоносный горизонт озерных поздне- и послеледниковых отложений* приурочен к мелкозернистым пескам с гравием и галькой. Он имеет ограниченное распространение в пределах Карелии юго-западной части листа, в районе озер Куйто, Ругозеро и др. Дебиты источников из этого горизонта от 0,04 до 0,5 л/с, а колодцев – от 0,02 до 0,1. **Воды по составу гидрокарбонатные кальциево-натриевые** с минерализацией до 0,25 г/дм<sup>3</sup>.

*Водоносный горизонт морских поздне- и послеледниковых отложений* широко распространен в пределах приморских равнин, окаймляющих побережья Кандалакшской губы и Белого моря. Водоносной обычно является нижняя часть разреза этих отложений, сложенная мелко- и тонкозернистыми песками, залегающими на морене или на кристаллических коренных породах. В целом обводненность этих отложений слабая. Так, дебиты колодцев и скважин в них составляют от 0,02 до 0,5 л/с, дебиты источников от 0,05 до 0,4 л/с. В большинстве своем это пресные гидрокарбонатные кальциевые воды с минерализацией до 0,35 г/дм<sup>3</sup>. На прибрежно-морских участках они засоляются водами моря и их минерализация повышается до 0,8–1 г/дм<sup>3</sup>, а в составе появляются хлориды натрия. Несмотря на это воды горизонта широко используются местным населением.

*Водоносный горизонт озерно-ледниковых отложений* распространен чаще всего в пониженных участках рельефа вокруг крупных озер (Топозеро, Пяозеро, южная оконечность оз. Имандра и др.) или в долинах крупных рек (Кемь, Кереть, Умба и др.). Мощность водоносного горизонта в прослоях мелко- и тонкозернистых песков, разделенных пропластками суглинков и глин, составляет в Карелии до 5–7 м, а на Кольском полуострове до 1–2 м. Воды пресные с минерализацией до 0,1 г/дм<sup>3</sup> на Кольском полуострове и до 0,3 в Карелии. По составу они в основном гидрокарбонатные кальциевые, местами натриевые или магниевые. Эксплуатируются посредством заложения колодцев глубиной от 2 до 6 м. Дебиты колодцев до 0,2 л/с, а источников – от 0,1 до 0,3 л/с.

*Водоносный горизонт флювиогляциальных отложений* обычно характеризуется повышенной водообильностью разнозернистых песков, иногда содержащих прослой гравия и галечников, слагающих озы, зандры и камы. Мощность этих отложений до 20 м, местами до 50 м. К подножиям отмеченных форм рельефа приурочены многочисленные выходы источников с дебитами до 1–5 л/с, а иногда значительно больше. Удельные дебиты скважин из этих отложений достигают 0,3–0,6 л/с [376]. Все это свидетельствует о значительных ресурсах подземных вод во флювиогляциальных

отложениях и перспективности их извлечения. Данный водоносный горизонт может служить надежным источником водоснабжения как мелких, так и сравнительно крупных населенных пунктов. Подземные воды этого горизонта в целом характеризуются хорошим качеством. Минерализация их обычно не превышает  $0,1 \text{ г/дм}^3$  на Кольском полуострове и  $0,3 \text{ г/дм}^3$  в Карелии. По составу они преимущественно гидрокарбонатные кальциевые и только местами магниевые или натриевые.

*Водоносный горизонт ледниковых отложений (морена)* имеет почти повсеместное распространение. Водовмещающими являются разнородные пески с гравием, галькой и валунами, а также супеси. Мощность ледниковых отложений колеблется в пределах 3–6 м на возвышенных и равнинных участках и до 20–30 м, а иногда более – в пониженных. Например, в юго-западной части Хибинского массива мощность морены, заполняющей котловину оз. Бол. Вудъявр, достигает 150–200 м [316]. Водообильность горизонта неравномерная, но в целом слабая. Преимущественно дебиты источников до  $0,5 \text{ л/с}$ , но местами возрастают до  $2,5 \text{ л/с}$  за счет подтока в этот горизонт вод из подстилающих коренных пород. Удельные дебиты скважин из этого водоносного горизонта от сотых долей  $\text{л/с}$  до  $0,1 \text{ л/с}$ , редко более. На отдельных локальных участках из линз, сложенных отсортированными разнородными песками, дебиты скважин достигают  $1 \text{ л/с}$  и более. В частности, в котловине оз. Бол. Вудъявр в центральной ее части скважинами на глубинах до 100 м вскрыты напорные воды. Здесь зафиксированы дебиты скважин от 10–15 до 30–70  $\text{л/с}$  [316]. По химическому составу воды данного горизонта в основном гидрокарбонатные натриево-кальциевые с минерализацией до  $0,1 \text{ г/дм}^3$  на Кольском полуострове и  $0,05 \text{ г/дм}^3$  в Карелии.

В целом водоносный комплекс четвертичных отложений, там где он имеет мощность больше 20 м (см. *Схему мощностей четвертичных образований*), является наиболее перспективным для выявления месторождений подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. И в первую очередь такие месторождения могут быть выявлены во флювиогляциальных отложениях, слагающих озы, камы и зандровые поля, и реже в моренных и межморенных отложениях.

**Средне-верхнерифейский водоносный комплекс** трещинно-пластовых вод имеет ограниченное распространение и связан с гравелитами, песчаниками и алевролитами среднего–верхнего рифея вдоль Терского берега на Кольском полуострове и отложениями усть-пинезской свиты на Соловецких островах. Это средне- и сильнотрещиноватые в разной степени обводненные породы. Наиболее обводнены песчаники. Дебиты источников от  $0,01$  до  $3 \text{ л/с}$ . Воды по составу гидрокарбонатно-хлоридные натриевые или кальциево-магниевые с минерализацией от  $0,02$  до  $0,25 \text{ г/дм}^3$ . Учитывая приуроченность комплекса к морскому побережью, на глубинах ниже уровня моря, не исключена возможность подтока в него соленых вод морского питания.

**Водоносные зоны трещиноватости в интрузивных щелочных породах девона** приурочены к горным массивам Хибин, Лавозерской тундры и другим более мелким (Ковдорский, Африканда и др.). Для этих пород

Таблица 9

## Некоторые данные по скважинам, вскрывшим подземные воды в различных кристаллических породах [140]

| Номер на схеме | Местоположение                                           | Водовмещающие породы                                          | Интервал вскрытия водоносной зоны, м | Глубина залегания уровня подземных вод от поверхности земли, м | Величина напора, м | Удельный дебит, л/с |
|----------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| 1              | Хибины, г. Кировск                                       | Апатито-нефелиновые породы                                    | 20,26–30,1                           | + 6,0                                                          | 26, 26             | 1,4                 |
| 2              | Лавозерский массив, в 1 км к востоку от пос. Ильма       | То же                                                         | 3,86–332,58                          | + 0, 10                                                        | 14, 96             | 1,5                 |
| 3              | Город Ковдор                                             | Карбонатит с глубины 12,73 м – апатитовые и оливиновые породы | 4,0–203,32                           | 1,60                                                           | 2,4                | 0,81                |
| 4              | Ст. Африканда                                            | Пироксениты и щелочные сиениты                                | 6,0–89,94                            | + 1,09                                                         | 7,09               | 0,55                |
| 5              | Риж-губа ( на западном берегу оз. Имандра)               | Сланец, кварцит                                               | 4,63–62,0                            | 24,20                                                          | Без напора         | 0,38                |
| 6              | Ст. Апатиты                                              | Габбро-пироксенит                                             | 10,0–50,65                           | 1,10                                                           | »                  | 0,057               |
| 7              | Левый берег р. Боровая, в 80 м от устья (оз. Матар-Ярви) | Амфиболиты, гнейсы, кианитовые сланцы                         | 9,87–170,                            | 0,06                                                           | »                  | 0,063               |
| 8              | Пос. Хизовара                                            | Амфиболиты, сланцы, до глубины 70 м слаботрещиноватые         | 6,90–143,0                           | 0,00                                                           | »                  | 0,17                |
| 9              | Ст. Кочкома                                              | Амфиболит, кварцит, пиритовая руда                            | 7,30–96,0                            | 1,66                                                           | »                  | 0,19                |
| 10             | Ст. Нива                                                 | Мигматиты                                                     | 12,45–19,9                           | + 1,75                                                         | 14,20              | 0,24                |

характерна неравномерная трещиноватость, что определяет широкий разброс величин, характеризующих дебиты источников, которые составляют от сотых и десятых литров в секунду до 8–15 л/с. **Выше абсолютных отметок 350–600 м** эти породы большую часть года безводны. Ниже этих глубин происходит формирование постоянного водоносного горизонта трещинных вод, а в зонах разломов вскрываются трещинно-жилльные напорные воды. При проходке скважин в этих породах в Хибинском и Лавозерском массивах на участках с тектонической трещиноватостью на глубинах, близких к нулевым отметкам, вскрыты обводненные зоны с напорными водами (табл. 9). Дебиты скважин при самоизливе достигали 1,5–10,6 л/с. Так, в районе Кукисвумчоррского месторождения одной из скважин напорные воды вскрыты на глубине 708 м от поверхности земли. Удельный дебит составил 0,4 л/с. В г. Кировск из апатито-нефелиновых сиенитов удельные дебиты скважин достигали 1,2–1,4 л/с [140]. В этих массивах отмечается зависимость производительности скважин от метеоусловий. Наиболее высокие водопритоки в скважинах фиксируются в периоды снеготаяния и паводков на реках.

В других массивах (Ковдорский, Африканда и др.), имеющих более низкие абсолютные превышения, водоносный комплекс менее водообилён. Здесь удельные дебиты скважин не превышают 0,7–0,8 л/с. Подземные воды в этих массивах преимущественно безнапорные.

Минерализация подземных вод в верхах зоны трещиноватости данного комплекса не превышает 0,03–0,15 г/дм<sup>3</sup>. Их химический состав формируется под влиянием минеральной составляющей водоносных пород. В частности, в водах, формирующихся в нефелиновых сиенитах Хибинского и Лавозерского массивов, среди катионов преобладает натрий, а из анионов – гидрокарбонат-ион. Следует отметить повышенные содержания в грунтовых водах фтора (максимальные до 28 мг/дм<sup>3</sup>, средние 2,7 мг/дм<sup>3</sup>), значительно превышающие нормы, принятые для питьевых вод [259]. Вскрытые скважинами и другими горными выработками подземные воды глубоких горизонтов этого комплекса в Лавозерском массиве представляют собой уникальные высокощелочные (рН 9,9–12) рассолы с минерализацией до 65 г/дм<sup>3</sup>, обогащенные фтором до 10–15 г/дм<sup>3</sup> и кремнезёмом до 10–13 г/дм<sup>3</sup>. Характерно, что эти элементы иногда преобладают в анионной составляющей вскрытых рассолов. В их катионном составе резко преобладает натрий (до 95–100 экв. %). Но следует отметить, что эти рассолы не имеют регионального распространения.

**Водоносные зоны трещиноватости в вулканогенно-терригенных (иногда карбонатных) породах раннего карелия** наиболее распространены в юго-западной и северо-восточной частях территории листа. По вещественному составу породы очень пестрые. Это вулканы, конгломераты, песчаники, алевролиты, реже доломиты и известняки, изменённые до зеленосланцевой стадии метаморфизма. Породы наиболее широко развиты в синклинальных зонах. Пестрота состава пород этого комплекса, наряду с различным характером их трещиноватости, определяет их неравномерную обводненность. Породы обводнены по трещинам, проникающим до глубин 30–80 м, а в зонах разломов до 200–300 м. Дебиты источников на

Кольском полуострове в Имандра-Варзугском синклинии, выходящих из метавулканитов, сланцев и известняков, находятся в широких пределах – от десятых долей до 1–10 л/с. При этом наиболее высокодебитные источники приурочены к зонам разломов. Например, на водоразделе рек Пана и Кисенга установлен источник с дебитом 32 л/с. Удельные дебиты скважин достигают 0,4–1,0 л/с [140]. **Высокой водообильностью** характеризуются кварциты на территории Карелии в южной части листа. Здесь дебиты источников достигают 5–20 л/с, а удельные дебиты скважин до 1,0 л/с. **Меньшей водообильностью обладают сланцы и метавулканиты** Куолоярвинской и панской серий в Северо-Карельской синклиналиной зоне. Здесь дебиты источников не превышают 0,3–0,5 л/с. По минерализации воды от ультрапресных до пресных (0,02–0,3 г/дм<sup>3</sup>). Состав их преимущественно гидрокарбонатный кальциево-магниевый. Эти водоносные зоны представляют определенный интерес в качестве надежного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения.

**Водоносные зоны трещиноватости в гнейсах и метаморфических сланцах разного состава раннего докембрия** имеют широкое распространение на территории листа. Неоднородность вещественного состава, различная степень дислоцированности, экзогенной и тектонической трещиноватости пород предопределяют пестроту их обводненности. Не последнюю роль в формировании ресурсов подземных вод данного комплекса играет приуроченность водовмещающих пород к определенным тектоническим структурам (антиклиналиям, синклинолиям). Мощности зоны экзогенной трещиноватости в породах, слагающих водоносный комплекс, обычно составляют от 15 до 35, реже до 50 м. Мощности тектонической трещиноватости – 100–200, реже до 250–300 м [140].

Установлено, что наиболее обводнены кристаллические сланцы в синклинольных зонах. Дебиты источников, связанных с верхней зоной трещиноватости в гнейсах, обычно редко превышают 1 л/с. С зонами тектонической трещиноватости связаны трещинно-жильные воды. К таким зонам, как правило, контролируемыми разломами, приурочены источники с дебитами 1–5 л/с, иногда более. Удельные дебиты скважин из гнейсов составляют от 0,001–0,1 до 0,4 л/с. При этом несколько выше они на участках, где кристаллические породы дезинтегрированы и превращены в дресву и щебень. Это по существу древняя кора выветривания, мощность которой в пониженных частях рельефа достигает 25 м. Удельные дебиты скважин в этих условиях в районе Костомукшского месторождения составили 0,4–0,6 л/с [140]. **Можно полагать, что высокообводненная зона активной трещиноватости в этих породах может служить источником питания глубоких напорных трещинно-жильных вод, вскрываемых при бурении.**

Вместе с тем, имеются участки, на которых интенсивная экзогенная трещиноватость в гнейсах распространяется только до глубин 5–15 м. Такие участки обычно приурочены к антиклинальным зонам. Удельные дебиты колодцев в районах Беломорья 0,035–0,04 л/с.

Подземные воды в этих зонах преимущественно слабоминерализованные – от 0,02 до 0,1, реже до 0,2–0,25 г/дм<sup>3</sup>. Последние значения обычно характерны для трещинно-жильных вод. В анионном составе их преобладает

гидрокарбонат-ион, а катионный состав более пестрый и характеризуется различными соотношениями магния, кальция и натрия при преобладании первых двух. Часто встречаются воды с повышенными содержаниями железа. В районе Костомукши и в ряде других мест установлены радоновые воды. В целом же охарактеризованные водоносные зоны трещиноватости могут быть широко использованы для получения вод хозяйственно-питьевого назначения.

**Водоносные зоны трещиноватости в породах гранитоидного состава раннего докембрия** широко распространены как в Карелии, так на Кольском полуострове. Эти породы характеризуются неравномерной трещиноватостью. Наиболее интенсивная трещиноватость отмечается до глубин 5–30 м (редко до 50 м), что и обуславливает различную степень их обводненности. В пределах этих глубин содержатся трещинные, преимущественно безнапорные воды, которые местами фиксируются нисходящими источниками. Дебиты источников из слаботрещиноватых микроклиновых гранитов не превышают 0,01–0,05 л/с, а из более трещиноватых олигоклазовых и плагиомикроклиновых гранитов обычно на порядок выше [140]. К тектоническим трещинам, преимущественно сбросового типа, приурочены трещинно-жильные воды. Такие трещины прослеживаются до глубин 150–200 м (реже до 300 м) и часто сопровождаются зонами дробления. Источники, приуроченные к ним, характеризуются, как правило, дебитами свыше 1 л/с. В южной части Кольского полуострова установлены источники, вытекающие из микроклиновых гранитов с дебитами до 2–7 л/с. Удельные дебиты скважин, подсекших водоносные зоны разломов на территории Карелии, достигали 1–2,5 л/с [402]. По минерализации воды пресные (0,02–0,3 г/дм<sup>3</sup>). Преобладающий состав хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый. В прибрежных районах Белого моря скважинами на глубинах 20–100 м вскрыты воды хлоридного натриевого состава с минерализацией до 4,2 г/дм<sup>3</sup>. Местами отмечаются повышенные содержания железа [375, 376]. В гранитных массивах отмечаются источники радоновых вод.

В целом же данный водоносный комплекс, особенно в части трещинно-жильных вод, может рассматриваться в качестве перспективного для водоснабжения небольших населенных пунктов.

**Водоносные зоны трещиноватости интрузивных пород основного и ультраосновного состава раннего докембрия** наиболее распространены в Имандра-Варзугском синклинии. Здесь они в основном связаны с перидотит-пироксенит-габбро-норитовым комплексом пород нижнего карелия. В южной прикандалакшской части Кольского полуострова он частично связан с гранулитами.

Интенсивная трещиноватость пород первой группы охватывает глубины до 15–25 м от их кровли. При этом трещиноватость пород в центральных частях массивов меньше, чем на их периферии. Соответственно и обводненность пород разная. В центральной части дебиты нисходящих источников от 0,05 до 0,3 л/с, а на периферии – от 0,5 до 0,8, увеличиваясь до 1–1,5 в зонах тектонической трещиноватости. Удельный дебит скважины на ст. Апатиты, вскрывшей обводненную зону в габбро-пироксенитах в

интервале 10–50 м, составил 0,057 л/с. По составу воды из этих пород чаще всего хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые с минерализацией от 0,02 до 0,12 г/дм<sup>3</sup>. Вместе с тем, на глубинах 249–309 м в пределах массива Сопча, сложенного ультраосновными породами, вблизи меридионального сброса вскрыты щелочные соленые хлоридные натриевые воды с минерализацией до 52 г/дм<sup>3</sup> и содержаниями брома до 228 мг/дм<sup>3</sup> и йода до 73 мг/дм<sup>3</sup> [364]. Для этих вод характерно почти полное отсутствие щелочноземельных металлов. Интересен факт, что в газовом составе этих вод над азотом (до 32%) преобладает метан (до 69%) и обращают на себя внимание высокие содержания гелия (до 3,8%).

Для массивов второй группы, сложенных гранулитами, характерна более высокая трещиноватость. Часто наблюдаются зияющие трещины, уходящие до глубин 50–60 м. На глубинах 150–200 м трещиноватость затухает. С этими породами связано значительное количество источников с преобладающими дебитами от 3 до 3,5 л/с. В районе г. Кандалакша насчитывается несколько десятков источников с дебитами до 0,6, реже до 1,3–2,0 л/с. Удельные дебиты скважин здесь от 0,0001 до 0,2 л/с [140]. Состав этих вод гидрокарбонатный, реже хлоридно-гидрокарбонатный, а минерализация от 0,03 до 0,2 г/дм<sup>3</sup>.

Некоторые данные по скважинам, вскрывшим водоносные зоны трещиноватости в различных кристаллических породах, приведены в табл. 9.

Анализ приуроченности охарактеризованных дочетвертичных гидрогеологических подразделений к определенным тектоническим и геоморфологическим структурам в пределах картируемой территории позволяет выделить шесть гидрогеологических районов, различающихся по условиям формирования ресурсов подземных вод (см. Гидрогеологическую схему). Для каждого из этих районов характерно преобладание по площади того или иного водоносного комплекса.

Карельский гидрогеологический район ( $I_1$ ) занимает значительную часть Карелии, входящей в пределы листа. Для этого района характерно широкое распространение трех основных водоносных зон трещиноватости преимущественно: 1) в интрузивных породах кислого и среднего состава, 2) в гнейсах и метаморфических сланцах, 3) в терригенно-вулканогенных (местами карбонатных) породах. При этом первые два комплекса приурочены к антиклинальным структурам, сопряженным с денудационно-тектоническими формами рельефа, а третий приурочен к синклинальным структурам, которые в геоморфологическом отношении соответствуют всхолмленным депрессиям и грядобразным расчлененным возвышенностям. Наиболее обводненными являются синклинальные зоны, отличающиеся большим разнообразием литолого-петрографического состава водоносных дочетвертичных пород и значительной их тектонической раздробленностью.

Беломорский гидрогеологический район ( $I_2$ ) характеризуется преимущественным развитием водоносных зон трещиноватости в гнейсах одноименного метаморфического комплекса, перекрытых слабообводненными маломощными (2–6 м) четвертичными отложениями. Гнейсы слабо обводнены. Меньшим распространением пользуются также слабообводненные мигматит-плагиограниты, развитые в основном вдоль южного побережья

Кандалакшского залива. В северо-западной части района развит водоносный комплекс щелочных интрузий (Ковдорский массив и другие более мелкие). Эти интрузии имеют кольцевое строение и с ними связано большое количество трещин и разломов, а следовательно и водообильность этих пород выше. Удельные дебиты скважин здесь до 0,7–0,8, а источников 1,0–1,5 л/с [140].

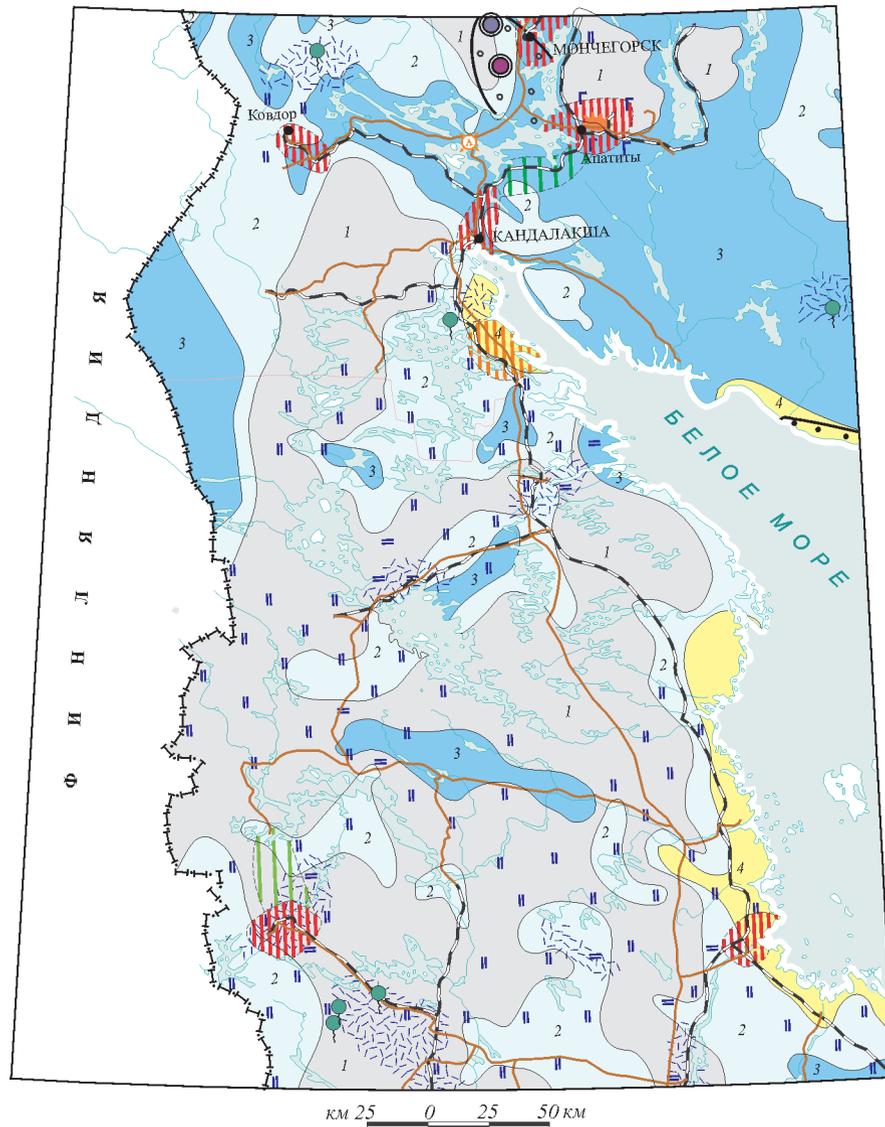
Южно-Кольский гидрогеологический район ( $I_3$ ) характеризуется наиболее широким распространением водоносных зон трещиноватости в мигматит-плагиогранитах. На этом фоне несколько меньше распространены водоносные зоны трещиноватости в гнейсах, которые характеризуются более высокой степенью обводненности (дебиты источников до 2,5–5 л/с) в синклинальных зонах. В северо-западной части побережья Кандалакшского залива зона трещиноватости в гранулитах относится к среднеобводненным с дебитами источников до 0,5–3,5 л/с [140].

В Имандра-Варзугском гидрогеологическом районе ( $I_4$ ) преобладающим распространением пользуются водоносные зоны трещиноватости терригенно-вулканогенных отложений преимущественно раннего карелия, слагающих одноименный межблоковый прогиб. В целом данный комплекс характеризуется высокой водоносностью, особенно в зонах тектонических нарушений. Здесь дебиты источников достигают 2,5–8,0 л/с и более. В северо-западной части района развиты водоносные зоны трещиноватости в интрузивных породах основного и ультраосновного состава разного возраста. Эти породы относятся к слабо- и среднеобводненным.

Кольский гидрогеологический район ( $I_5$ ) занимает северо-восточную часть территории в пределах Центрально-Кольского тектонического блока. В этом блоке наиболее широко распространены слабоводоносные трещиноватые гранитоиды и мигматит-гранодиоритовые образования лопия. В пределах Хибинского и Лавозерского массивов распространены сильно обводненные зоны трещиноватости в девонских щелочных интрузивных породах. Здесь же следует отметить широкое развитие обводненных четвертичных отложений значительной мощности (до 60 м и более). Меньшим распространением пользуются слабоводоносные зоны трещиноватости в кристаллических сланцах и гнейсах, а также в основных и ультраосновных породах.

Терский гидрогеологический район ( $II_1$ ) представляет собой фрагмент склона Русского сложного артезианского бассейна, погружающегося под акваторию Белого моря. В геологическом строении этого артезианского бассейна с трещинно-пластовыми водами участвуют моноклинально залегающие терригенные средне-верхнерифейские отложения. Местами пластовой характер залегания подземных вод в этом районе по-видимому нарушен в результате внедрения трубок взрыва.

Химический состав подземных вод и степень их минерализации на площади листа формируется главным образом под влиянием особенностей физико-географических условий и состава водоносных пород. В целом эта территория относится к провинции пресных подземных вод с различными качественными показателями в отношении их использования, и в первую очередь в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения. На Схеме оценки



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**  
 1. Верхний гидрогеохимический этаж  
 (до глубин региональных базисов дренирования)

- 1.1. Гидрогеохимические районы с преобладающей минерализацией подземных вод в естественных условиях ( $g/dm^3$ )
- 1 до 0,05 - ультрапресные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, как источник питьевого водоснабжения неблагоприятны вследствие низких содержаний кальция, фтора, йода и других жизненно важных компонентов
  - 2 0,05-0,1 - пресные воды гидрокарбонатные преимущественно кальциевые, как источник питьевого водоснабжения недостаточно благоприятны вследствие низких содержаний кальция, фтора, йода и других жизненно важных компонентов
  - 3 0,1-0,3 - пресные воды гидрокарбонатные преимущественно кальциевые, благоприятны для питьевого водоснабжения
  - 4 0,3-3,0 - пестрые и солоноватые хлоридные натриевые в прибрежно-морских зонах; степень благоприятности для питьевого водоснабжения понижается с увеличением минерализации воды
- Границы гидрогеохимических районов верхнего этажа

- 1.2. Территории, в отдельных районах которых в естественных условиях в первых от поверхности горизонтах (или зонах трещиноватости) встречаются подземные воды с содержаниями компонентов, превышающими ПДК для питьевых вод ( $mg/dm^3$ )

- железа (>0,3)
- фтора (>1,5)
- марганца (0,1)
- радоны (>185 Бк/л)

- 1.3. Гидрогеохимические районы с наличием на отдельных локальных участках антропогенного загрязнения подземных вод

| Тип загрязнения        | Комплекс ведущих показателей загрязнения                                                                      | Основные источники загрязнения                                                                                     |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| минеральный            | тяжелые металлы, сернистые соединения, цианиды, роданиды и др.                                                | сточные воды в районах объектов горнодобывающей и руднообогатительной промышленности                               |
| органоминеральный (I)  | тяжелые металлы, сернистые и азотистые соединения, фосфор, фтор, хлор, нефтепродукты, болезнетворные бактерии | сточные воды в санитарнопромышленных районах                                                                       |
| органоминеральный (II) | азотистые и органические соединения, пестициды, болезнетворные бактерии                                       | сточные воды с сельскохозяйственных объектов различного профиля (овощеводство, животноводство, птицеводство и др.) |
| органический           | фенолы, амины, альдегиды, смолы, спирты, серо- и хлор-органические соединения                                 | сточные воды в районах объектов лесохимической, целлюлознобумажной промышленности                                  |

- Условные границы гидрогеохимических районов с различными типами антропогенного загрязнения

**2. Нижний гидрогеохимический этаж**  
 (ниже региональных базисов дренирования)

- Гидрогеохимические районы с преобладающей минерализацией подземных вод в естественных условиях ( $g/dm^3$ )
- до 1,0 - пресные воды гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные и сульфатные смешанного катионного состава, благоприятные для питьевого водоснабжения, но местами с превышающими ПДК содержанием сульфат-иона
  - 1,0 - 10,0 - солоноватые и слабосоленые преимущественно хлоридные натриевые, неблагоприятные для питьевого водоснабжения, но могут использоваться в качестве лечебно-столовых
  - более 10,0 - от соленых до слабых рассолов хлоридные натриевые, могут использоваться только в качестве лечебных

- Границы гидрогеохимических районов нижнего этажа

**3. Проявления минеральных лечебных вод и типы водопунктов**

- хлоридных натриевых без специфических компонентов (лечебные свойства определяются их повышенной минерализацией и ново-солевым составом)
- хлоридных бромистых
- радоновых
- скважина
- источник

**4. Объекты потенциально опасные на радионуклидное загрязнение подземных вод**

- АЭС - атомная электростанция
- подземные ядерные взрывы

Рис. 20. Схема оценки качества подземных вод. Составили С. Н. Суриков, Г. С. Бородулина (2006 г.).

качества подземных вод (рис. 20) осуществлено гидрогеохимическое районирование территории по условиям распространения подземных вод разной минерализации и состава в пределах выделенных гидрогеохимических этажей как в естественных условиях, так и в условиях их изменения под влиянием разнообразной антропогенной нагрузки. Границей между этажами является региональный базис дренирования подземных вод, определяемый уровнем Белого моря.

На этой схеме основным картографируемым элементом является качественная характеристика подземных вод верхнего гидрогеохимического этажа, к которому приурочены их основные ресурсы. Здесь выделено четыре категории районов, различающихся по качественным показателям подземных вод. Из них три – с пресными водами разной минерализации и их оценкой в отношении пригодности для питьевого водоснабжения. Для четвертой категории характерна пестрота подземных вод по минерализации и химическому составу, что обусловлено их формированием в прибрежно-морских условиях. Помимо этого показаны территории с широким распространением некондиционных вод с содержаниями железа, марганца и радона, превышающими ПДК для питьевых вод. Вместе с тем, на общем фоне дефицита фтора в подземных водах по площади листа в районе Хибин выделяется территория с его повышенными содержаниями. Главной особенностью подземных вод верхнего этажа является их почти повсеместная незащищенность от внешних источников загрязнения [107]. Вследствие этого на территориях интенсивного хозяйственного освоения выделяются гидрогеохимические районы с наличием разнокомпонентного антропогенного загрязнения подземных вод. Эти районы характеризуются различными комплексами ведущих загрязнителей, формирующихся под влиянием профилирующей антропогенной нагрузки.

В пределах нижнего гидрогеохимического этажа в естественных условиях выделяются три категории районов. При этом на большей части территории преобладают пресные воды первой категории с минерализацией до  $1 \text{ г/дм}^3$ , в основном удовлетворяющие нормативным требованиям, предъявляемым к питьевым водам. Только на отдельных территориях на Кольском полуострове отмечаются некондиционные по составу солоноватые и соленые хлоридные воды, которые могут рассматриваться как минеральные.

В целом подземные воды на территории листа содержатся преимущественно в маломощном невыдержанном слое четвертичных отложений и в верхней трещиноватой зоне метаморфизованных, метаморфических и плутонических комплексов пород. При этом, в условиях отсутствия выдержанных водоупорных слоев подземные воды четвертичных отложений и коренных пород гидравлически связаны между собой и часто образуют единый водоносный горизонт. Наиболее водоносными из четвертичных отложений являются флювиогляциальные образования с мощностью более 20 м, слагающие камы, озы, зандры. Водоносные зоны трещиноватости в коренных породах развиты в основном до глубин 20–50 м в синклинальных структурах. В антиклинальных структурах водоносные зоны трещиноватости, как правило, распространяются на меньшие глубины и не образуют сколько-либо значимых ресурсов подземных вод. Поэтому

заложенные здесь скважины большей частью безводны. Наибольшая обводненность дочетвертичных пород наблюдается в зонах тектонических разломов. Здесь формируются системы трещинно-жильных вод, которые часто фиксируются источниками с повышенными дебитами. Такие участки, обычно приуроченные к долинам рек или к озерным котловинам, наиболее перспективны для поисков подземных вод.

## Гидрогеология западной части шельфа Белого моря

Гидрогеологические условия акватории Белого моря в пределах листа определяются особенностями геологического строения его подводной части. Дно моря, практически повсеместно, покрыто четвертичными отложениями различного генезиса и разной мощности, содержащими порово-пластовые скопления подземных вод. Можно полагать, что развитые на суше гидрогеологические подразделения, связанные с дочетвертичными образованиями, имеют продолжение в акваторию в тех же границах, что и геологические подразделения, установленные в ее пределах. В связи с тем, что подземные воды в акватории остаются практически неизученными, выделение гидрогеологических подразделений носит весьма условный характер и основано на литолого-петрографическом составе пород дна и интерпретации их фильтрационно-емкостных свойств.

В акватории в соответствии с геологическим строением ее дна (в целом по предположению) выделяется четыре гидрогеологических подразделения. Их краткая характеристика приводится ниже.

*Водоносный комплекс четвертичных отложений* развит почти повсеместно, залегая на разных глубинах на дне моря. Он приурочен к толще рыхлых отложений разного генезиса (аллювиальные морские, ледниковые, флювиогляциальные и др.). Мощность комплекса до 10–20 м в прибрежных частях и до 100 м и более в пределах южной части Кандалакшского грабена (см. Схему мощностей четвертичных отложений). В нем содержатся порово-пластовые воды с минерализацией от 1–3 г/дм<sup>3</sup> в прибрежных районах с подземным стоком с суши и до 20–25 г/дм<sup>3</sup> в пределах грабена [562].

*Верхневендский терригенный водоносный комплекс* распространен на небольшой площади в юго-восточной части листа в районе Соловецких островов. (Соловецко-Онежский гидрогеологический район – Б<sub>3</sub>). Он сложен песчано-глинистыми породами усть-пинежской свиты с трещинно-пластовыми солеными водами с минерализацией до 25 г/дм<sup>3</sup>.

*Средне-верхнерифейский терригенный водоносный комплекс* распространен в основном в осевой части Кандалакшского грабена, выходя на дочетвертичную поверхность вдоль Терского берега (Кандалакшский гидрогеологический район – Б<sub>2</sub>). Он сложен гравелитами, песчаниками, алевролитами и конгломератами, содержащими, по всей видимости, трещинно-пластовые подземные воды, аналогичные по своему химическому составу и солености (до 25 г/дм<sup>3</sup>) современным водам акватории Кандалакшского залива. Их опреснение за счет подземного стока пресных вод с суши вероятно происходит вдоль Терского берега.

*Водоносный комплекс зон трещиноватости архейско-нижнепротерозойских кристаллических пород разного состава* широко распространен в западной части акватории, залегая под маломощным чехлом четвертичных отложений (Западно-Беломорский гидрогеологический район –  $B_1$ ). Кристаллические породы, как и на суше, характеризуются различной степенью трещиноватости, а следовательно, и обводненности. По аналогии с сушей мощность зоны экзогенной трещиноватости в целом не превышает первые десятки метров, что может определять глубину инфильтрации морских соленых вод в толщи кристаллических пород. В зонах активизированных разломов эти воды могут проникать и на большие глубины. Степень солености подземных вод в мелководной акватории западной части Белого моря и вдоль северного берега Кандалакшского залива с учетом подземного стока пресных вод с суши предположительно составляет 10–15 г/дм<sup>3</sup> [562].

Общими для всех водоносных комплексов акватории в пределах листа являются условия формирования химического состава подземных вод, которые определяются инфильтрацией вод плейстоценового моря и современных морских хлоридных натриевых вод в толщи горных пород. Этому процессу способствует пористая проницаемость четвертичных отложений и экзогенная трещиноватость литифицированных осадочных и кристаллических пород.

---

---

---

## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В основу карт полезных ископаемых, закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых и прогнозно-минерагенической на золото и платиноиды масштаба 1 : 1 000 000 положена Карта полезных ископаемых листа «Кировск» Госгеолкарты-1000/2 [156] и материалы минерагенического блока Балтийской СЛ [568]. Проведено уточнение регистрационной основы карт с учетом материалов ГИС-Атласа по Северо-Западному ФО, карт и монографий «Недра Северо-Запада Российской Федерации» [243] и «Минерально-сырьевая база Карелии», 2005 [326, 327], фондовых и литературных материалов, балансов запасов полезных ископаемых 2007 и 2008 гг., актуализированных паспортов ГКМ по Мурманской области, а также материалы изданных листов Госгеолкарты-200. Использована также Карта минерально-сырьевой базы Северо-Западного федерального округа региона масштаба 1 : 500 000 [607]. Сведения о полезных ископаемых даны по состоянию на 1.01.2009 г. При обобщении обширного материала по полезным ископаемым была проведена типизация рудных объектов по возрасту, геологической обстановке и ассоциациям сопутствующих элементов. Определены генетические типы и рудные формации для месторождений и большинства рудопроявлений полезных ископаемых. На карте отражены положение, размерность и освоенность месторождений, запасы по которым утверждены ГКЗ или ТКЗ, а также показаны наиболее типичные для данной геологической обстановки рудопроявления и пункты минерализации.

На карте полезных ископаемых показано 763 объекта полезных ископаемых (месторождения, рудопроявления, пункты минерализации), отражены положение, размерность и освоенность месторождений, запасы по которым утверждены ГКЗ или ТКЗ, а также показаны шлиховые и литогеохимические ореолы, имеющие значение для прогнозной оценки территории на благородные металлы и алмазы.

На территории листа проявлен многоэтапный и своеобразный тип минерагенической эволюции региона от раннего докембрия до фанерозоя. Крупные месторождения апатита (Юкспорр, Коашва, Ковдорское и др.) глиноземистого сырья (месторождение Хизовара), черных металлов (месторождения железа Костомукшское, Корпангское, Ковдорское и др., хрома Большая Варака), цветных (Лобашское месторождение молибдена, месторождение никеля Сопчуайвенч и др.) и благородных металлов (Федорово-тундровское, Ихтегипахк, Киевей, Чуарвы), редких и редкоземельных

элементов (Ловозерское месторождение), слюд (месторождения Енское, Риколатвинское и др.), керамического и абразивного сырья образуют особый минералогический комплекс.

## ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

### ТОРФ

Число голоценовых торфяных месторождений на территории листа очень велико, в связи с чем на карте выделены лишь наиболее крупные из них, площадь промышленной залежи которых превышает 1000 га. Основная часть этих месторождений расположена в Карелии, где встречаются все типы торфяных залежей [650]. Большая их часть размещена в Прибеломорской низменности, которая представляет собой террасированную слабоволнистую равнину с общим уклоном к Белому морю. Этот район отличается преобладанием грядово-мочажинных торфяных залежей болот верхового типа. Степень заторфованности террас от 40 до 80%. Залежи более чем на 2/3 сложены верховыми типами торфа. Мощность их более 3 м. Переходные типы торфа имеют сравнительно малую мощность (25–75 см). Исключения составляют топяные участки, залежи которых относятся к переходному или смешанному типу. Из 73 месторождений, вынесенных на карту, три находятся на балансе как резервные (Кемское, V-8-13; Болото № 2, VI-8-34; Суурисуо, VI-8-35).

В Мурманской области торфяные месторождения сосредоточены в бассейне р. Варзуга и ее правых притоков. Большая часть запасов торфа области слагаются торфом низинного типа. Выявленные и учтенные запасы торфа относятся к категории С<sub>2</sub> [651].

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

### ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

**Железо, титан.** На территории известны многочисленные рудные объекты железа и титана. Железо нередко сопровождается сопутствующей минерализацией ванадия, меди, благородных металлов. Титан и железо также входят в состав комплексных руд ряда апатит-нефелиновых месторождений. Кроме того, титан добывается попутно с редкими элементами из лопаритовых руд Ловозерского месторождения.

Месторождения и рудопроявления железа представлены следующими генетическими типами: 1) метаморфогенно-метасоматическим позднерейского возраста; 2) магматическим: а) связанным с раннепротерозойскими интрузивными комплексами основного состава, б) в ультраосновных–щелочных массивах протерозойского возраста, в) в ультраосновных–щелочных массивах с карбонатитами палеозойского возраста. Магнетит и гематит нередко присутствуют в качестве сопутствующих рудных минералов в рудопроявлениях ряда цветных металлов. Главными рудными формациями являются: формация железистых кварцитов, титано-магнетитовая

мафитовая, апатит-редкометалльно-редкоземельно-магнетит-карбонатитовая, титано-магнетитовая щелочно-ультрамафитовая.

Ведущее положение по своей практической значимости занимают железистые кварциты, месторождения (Корпангское, V-4-2; Участок Южно-Корпангский, V-4-3; Костомукшское, V-4-13) и рудопроявления, локализованные в Костомукшском зеленокаменном поясе (Гимольско-Костомукшская золото-железородная зона, Костомукшский золото-железородный узел), тяготея к верхним частям лопийского комплекса [618]. Магнетитовые и силикатно-магнетитовые кварциты образуют прослой протяженностью в десятки–первые сотни метров (реже до первых километров) и мощностью 1,5–5 м.

По составу выделяются грюнерит-магнетитовые, роговообманково-грюнерит-магнетитовые, магнетит-грюнеритовые полосчатые кварциты. Практически на всех месторождениях и рудопроявлениях железистых кварцитов Костомукшского рудного узла отмечаются переотложенные магнетитовые руды, кварц-магнетитовые, хлорит-магнетитовые, хлорит-амфибол-магнетитовые метасоматиты, относящиеся к Уросозерскому метасоматическому комплексу позднеархейского тектоно-метаморфического цикла Карельской гранит-зеленокаменной области.

Наиболее крупным месторождением железистых кварцитов является Костомукшское, эксплуатируемое в настоящее время. Расположено в 12 км севернее г. Костомукша. Месторождение приурочено к костомукшской свите гимольской серии, представленной метаграувакками, биотит-полевошпат-кварцевыми, кварц-биотитовыми, углеродсодержащими сланцами и магнетитовыми кварцитами [135].

Пластообразные залежи железистых кварцитов залегают на различных уровнях разреза и прослеживаются на первые десятки километров. Структура месторождения синклинальная, асимметричная, с общим крутым падением пород на восток и север. Весь комплекс пород, включая и железистые кварциты, собран в сложные складки. В пределах рудного поля общей протяженностью 16 км, выделяется три основных участка (южный, центральный и северный), содержащие наиболее мощные и обогащенные железом залежи. Мощность рудной залежи в пределах южного участка от 70 до 90 м, на центральном она достигает 270–360 м, а на северном 40–90 м.

Основная рудная залежь образована тремя крутопадающими пластообразными рудными телами железистых кварцитов мощностью от 10 до 30 м, прослеженных на расстояние от 3,2 до 14,0 км. Рудные тела разделены прослоями сланцев. В центральной части месторождения Основная рудная залежь образует резкий флексурный изгиб с изменением простирания пород с меридионального на широтное. Здесь максимальная ширина залежи достигает 1750 м. На глубине рудная залежь имеет тенденцию к расщеплению и выклиниванию. Расчетная глубина вероятного полного выклинивания составляет в центральной части 2100 м.

Восточнее Основной рудной залежи располагается залежь Переслаивания, представленная чередованием более 40 пластов железистых кварцитов и безрудных сланцев. Их параметры по простиранию меняются от 0,5 до 6,2 км, по падению – 100–500 м при мощности 5–130 м [326].

Железистые кварциты представлены рибекит-, биотит-, грюнерит- и магнетитовыми, магнетит-биотитовыми и магнетит-грюнеритовыми разновидностями со средним содержанием растворимого железа 33,59%, фосфора 0,60–0,7%, серы 0,02–0,1%. Для магнетитовых кварцитов характерно наличие параллельной полосчатости, обусловленной чередованием существенно рудных магнетитовых полос с безрудными. Содержание магнетита меняется от 5 до 55%, пириты и пирротина от 2 до 7%. По содержанию железа магнетитовые кварциты относятся к бедным рудам, требующим обогащения. Выделяются три природных типа руд: 1-й тип – щелочно-амфибол-магнетитовые кварциты (магнетит – 40–60%, кварц – 30–50%, щелочные амфиболы – не более 10%); 2-й тип – биотит-магнетитовые кварциты (магнетит – 30–50%, биотит – не более 15%, кварц – до 25%, карбонат – до 30%); 3-й тип – грюнерит-роговообманково-магнетитовые и грюнерит-магнетитовые кварциты (магнетит – 20–35%, кварц – 35–50%, отмечается повышенное содержание до 10% пирротина и апатита, содержащих в качестве вредных примесей серу и фосфор). Среднее содержание по месторождению (%):  $Fe_{\text{общ}}$  – 32,2;  $Fe_{\text{магн}}$  – 26,45; S – 0,21; P – 0,07 [326].

Балансовые запасы железистых кварцитов Костомукшского месторождения по категориям A + B + C<sub>1</sub> составляют 852,3 млн т при среднем содержании растворимого железа 33,72%, по категории C<sub>2</sub> – 89,3 млн т [158]. Дополнительно подсчитаны забалансовые запасы руды в количестве 1028,9 млн т при содержании растворимого железа 27,14%. По данным [326], ресурсы P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub> составляют 300,0 млн т.

Железородное месторождение Корпангское расположено в 14 км севернее центрального карьера и в 24 км северо-северо-восточнее г. Костомукша. Месторождение образовано Западной и Восточной рудными зонами, каждая из которых имеет протяженность более 3 км при мощности от 20–45 до 220–370 м. Сами рудные зоны состоят из большого количества разнообразных тел железистых кварцитов. Средняя мощность рудных тел составляет 35–40 м при колебаниях 5–120 м, а длина 200–2900 м.

Преобладают амфибол-магнетитовые руды с разновидностями; арфведсонит (рибекит, кроссит) – магнетитовые, эгирин-магнетитовые, роговообманково-магнетитовые разновидности. В меньшей степени распространены биотит-магнетитовые руды и их следующие разновидности: грюнерит-биотит-магнетитовые, роговообманково-биотит-магнетитовые и карбонат-эпидот-магнетитовые кварциты. Амфибол-магнетитовые руды являются наиболее качественными, для них типично содержание магнетита до 39% при содержании фосфора – 0,06%, серы – 0,21%. По технологическим свойствам руды легкообогатимы.

Запасы руды по категориям (млн т): A+B+C<sub>1</sub> – 310,733, C<sub>2</sub> – 13,267, забалансовые руды – 165,892 [158], прогнозные ресурсы P<sub>1</sub>+P<sub>2</sub> – 200,0 [326]. Прирост запасов возможен за счет разведки глубоких горизонтов.

Рудопроявления железистых кварцитов известны также в южной части Кольской железорудной области (Симбозеро, I-7-4 [588]; Ревдинское, I-8-2; Каменный Бор, I-8-4 [660]; и др.) и в зоне сочленения Карельской гранит-зеленокаменной области и Беломорской складчатой зоны (Кичаны, III-5-6 [605]; Магнетитовая Варака, III-6-30 [246]). Наиболее крупным

объектом является рудопоявление Симбозеро, на площади которого выявлено 10 тел железистых кварцитов [490] протяженностью 300–500 м, мощностью 90–100 м, представленных амфибол-магнетитовыми и пироксен-магнетитовыми разновидностями. В четырех из них установлены промышленные содержания железа растворимого – от 20–25 до 30–35 %; прогнозные ресурсы проявления оценены по категории  $P_1$  до глубины 300 м в 53 млн т, до глубины 500 м – в 100 млн т.

Магматический тип титано-магнетитовых руд связан с интрузиями основных и ультраосновных пород позднеархейского возраста. Представителем этого типа является Цагинское месторождение (I-9-9), приуроченное к одноименному массиву габбро-лабрадоритов, расположенному между реками Афанасия и Цага в 16 км к юго-востоку от устья последней.

Массив имеет форму эллипса, вытянутого в меридиональном направлении. Месторождение площадью в 13,4 км<sup>2</sup> расположено в его юго-западной части, сложенной габбро-лабрадоритами и лабрадоритами [507]. Оно представлено рядом пластообразных и линзообразных тел руд мощностью от 0,5–0,8 до 30–40 м и длиной от десятков до 250 м. По характеру распределения титаномагнетита среди руд выделяются сплошные массивные, густовкрапленные, гнездовые и полосчатые разновидности, связанные между собой постепенными переходами и разделенные участками безрудных пород.

Главными рудными минералами месторождения являются титаномагнетит и ильменит. Содержание титаномагнетита от 18–20 % во вкрапленных рудах, до 45–50 % в полосчатых и 90–95 % в массивных разновидностях. В последних содержание железа валового достигает 52,4 %,  $TiO_2$  – 14 % и  $V_2O_5$  – 0,45 %. Общие запасы руд, разведанные до глубины 150–200 м по категории  $B + C_1$ , равны 53,8 млн т руды, в том числе: железа валового – 17,330 млн т,  $TiO_2$  – 3,352 млн т,  $V_2O_5$  – 133 тыс. т.

С комплексом ультраосновных–щелочных пород протерозойского возраста связано непромышленное Еletzозерское месторождение ильменит-магнетитовых руд и ниобия (III-5-31, Еletzозерский апатит-редкоземельно-титановый РУ) [360]. Еletzозерский многофазный массив залегает среди архейских гранито-гнейсов и имеет размеры 17 км на 8–9 км. Ильменитовые руды по периферии массива слагают линзообразные тела, согласно залегающие с габбро, перидотитами и плагиоклазитами. Протяженность отдельных тел от 200 до 1400 м, мощность от 10 до 40 м. По падению они прослежены до глубины 150–200 м. Рудными являются меланократовые габбро и перидотиты, содержащие вкрапленность ильменита и титаномагнетита 20–70 % и магнетита. Руды неравномернозернистые, вкрапленной и полосчатой текстуры. Среднее содержание  $TiO_2$  – 10 %, железа – 24 %. По содержанию титана выделяются три сорта руд. Руды первого сорта содержат 13,8 %  $TiO_2$ , второго сорта – 10,2 %  $TiO_2$ , третьего сорта – 6,86 %  $TiO_2$ . Подсчитанные запасы категории  $C_1 + C_2$  ильменит-магнетитовой руды первого и второго сортов – 59,6 млн т, третьего сорта – 42,7 млн т на балансовый учет не поставлены [326]. Источником ниобия служат щелочные пегматиты с повышенными концентрациями пироксена. Самостоятельного значения пироксеновые руды не имеют ввиду малых размеров рудных тел.

Примером палеозойского магматогенного железорудного объекта может служить Ковдорское (I-4-7) [469] месторождение апатит-магнетитовых руд (Ковдорский апатит-железорудный узел), которое является крупнейшим на Кольском полуострове. Месторождение генетически связано с Ковдорским массивом ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов, который представляет собой сложную интрузию центрального типа палеозойского возраста, сформировавшуюся в пять фаз. Рудная зона прослежена на 1300 м при ширине 400–800 м. Среди руд преобладают апатит-оливин-магнетитовые разновидности. Содержание железа в рудах в среднем 31,5%; среднее содержание вредных примесей: серы – 0,184%, фосфора – 2,88%. Руды требуют обогащения. Содержание в концентрате (%) железа – 63, фосфора – 0,2, выход концентрата – около 40, извлечение железа – 85.

Запасы железных руд (млн т) по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 356,2, С<sub>2</sub> – 69,7, забалансовые запасы – 69,5. Запасы апатит-магнетитовых руд составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 303,4 млн т, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 29,7 млн т, по категории С<sub>2</sub> – 66,8 млн т руды, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 3,1 млн т [158]. Запасы апатит-штаффелитовых руд составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 41,7 млн т руды, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 7 млн т, по категории С<sub>2</sub> – 2,1 млн т руды, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 0,3 млн т [469].

С Ковдорским железорудным месторождением связано редкометалльное оруденение ниобия и циркония. Ниобиевая минерализация в магнетитовых рудах представлена пирохлором и его разновидностью мариньякитом, а циркониевая – бадделейтом. Пирохлор и бадделейт в комплексе руд и секущих их карбонатитах распределены неравномерно и не образуют богатых скоплений. Они содержатся в виде очень тонкой рассеянной вкрапленности. Наиболее широко распространен бадделейт, приуроченный, как правило, к магнетитовым рудам. Пирохлор образует повышенные концентрации в магнетитовых рудах с кальцитом или со штаффелитом, а из пород нерудного комплекса – в карбонатитах. Часть зерен бадделейта и пирохлора находится в тесном сростании с магнетитом. Это обстоятельство имеет важное значение при обогащении руд; часть этих зерен уходит в магнетитовый концентрат, где они представляют естественную легирующую примесь.

Месторождение Африканда (I-6-46) [490] имеет также палеозойский возраст. Оно представлено комплексными перовскит-титано-магнетитовыми рудами, приуроченными к одноименному массиву ультраосновных-щелочных пород. Месторождение локализовано в центральной части массива, сложенной оливинитами и пироксенитами, обогащенными рудными минералами – перовскитом и титаномagnetитом. Рудное тело в плане образует овал, вытянутый в северо-западном направлении на 1500 м, разведано до глубины 425 м. Главными рудными минералами являются титаномagnetит (20–35%) и перовскит (20–30%), с которым связана основная масса титана и почти всё количество заключенных в рудах ниобия, тантала и редких земель. Редкие элементы в небольшом количестве содержатся также в сфене, шорломите и других минералах, играющих подчиненную роль. Наиболее ценные руды находятся в оливинитах, рудных пегматитах и амфиболовых пироксенитах. Средние содержания полезных компонентов по месторождению составляют: TiO<sub>2</sub> – 7,6%, железа – 12,5%; средние

содержания в пределах разведанной части месторождения:  $TiO_2$  – 12,3%, железа валового – 14,2%; содержания попутных компонентов: Nb,  $Ta_2O_5$  – 0,22%,  $TR_2O_3$  – 0,67%,  $ThO_2$  – 0,026%. В настоящее время запасы сняты с баланса из-за повышенной радиоактивности концентратов [567].

**Хром.** Хромитовое оруденение связано с массивами монче-имандровского перидотит-пироксенит-габброноритового комплекса сумийско-сарийского возраста – Мончегорским плутоном и массивом Большая Варака. Рудные объекты принадлежат к магматической хромитовой формации. К первому приурочено месторождение Сопчеозерское (I-6-12) и ряд рудопроявлений (гора Девичья (I-6-30), гора Бакуль-1, 2 (I-7-8,9) и пункт минерализации (I-6-17) Мончегорского хром-медно-никелевого рудного узла, входящего в состав Печенга-Имандра-Варзугской минерагенической зоны (Имандра-Варзугская грабен-синклиналь). Со вторым массивом связано месторождение Большая Варака (I-7-77) [490].

Сопчеозерское месторождение расположено в юго-западной части Мончегорского плутона и приурочено к нижней части пластообразного тела дунитов, залегающего в средней части разреза плутона. Залежь хромитовых руд конформна дунитовому телу, имеет пластообразную форму, протяженность изученной части составляет 800 м, мощность от 5–10 до 25 м. Рудное тело состоит из переслаивающихся слоев бедных и богатых ( $Cr_2O_3 > 20\%$ , до 90% хромита) руд. Богатые руды составляют 40% от объема рудного тела. На 1.01.2009 г. поставлены на учет запасы руды по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 4808 тыс. т при содержании  $Cr_2O_3$  – 25,82%, прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub> – 3,3 млн т [490].

Месторождение Большая Варака (I-7-77), на котором проведены поисковые и поисково-оценочные работы [594], локализовано в западной части одноименного расслоенного массива основных пород, расположенного в Южном Прихибинье. Месторождение приурочено к нижней зоне массива, в составе которой установлено пять горизонтов хромитовых руд (Сг<sub>6</sub>–Сг<sub>4</sub>, снизу вверх). Рудные горизонты выходят на поверхность в северном крыле массива и имеют пластообразную форму. Потенциально промышленными являются горизонты Сг<sub>1</sub> и Сг<sub>2</sub>. Горизонт Сг<sub>1</sub> имеет среднюю мощность 0,86 м; максимальная мощность 11,8 м установлена в раздуве, выявленном на глубине 13,2–42,4 м. Длина раздува 120 м и по падению – 80 м. Горизонт Сг<sub>2</sub> на уровне современного эрозионного среза представлен двумя линзами размером 1,8×1 км и 3×0,8 км.

Минеральный состав руд одинаков для всех рудных горизонтов. Хромит содержится в руде в количестве от 30 до 90%. Текстура руд вкрапленная, массивная, редко полосчатая. Разработана схема обогащения руд с извлечением концентрата, содержащего  $Cr_2O_3$  – 45–48%, пригодного для получения высококачественных огнеупоров. В рудах горизонта Сг<sub>1</sub> содержания (г/т): Pt – 0,025–0,1, Pd – 0,02–0,12, Rh – 0,023, Ru – 0,064–0,13, в сумме содержания ЭПГ составляют 0,231–0,273. В рудах горизонта Сг<sub>2</sub> (г/т): Pt – 0,061–0,23, Pd – 0,056–0,91, Rh – 0,028–0,044, Ru – 0,076–0,22, сумма ЭПГ – 0,362–0,458. Породы, вмещающие хромитовое оруденение, пригодны для использования в качестве заполнителя для любых видов бетонов.

На месторождении подсчитаны запасы хромитовых руд по категории С<sub>2</sub> в количестве 7,43 млн т и прогнозные ресурсы по категории Р<sub>1</sub> – 16 млн т при среднем содержании Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 25%.

**Ванадий.** Объекты, в которых ванадий является главным рудным компонентом, представлены пятью рудопоявлениями ванадий-титано-магнетитовой мафической формации (оз. Майявр – гора Девичья (I-6-36), Сеяваренч (I-7-14), Южно-Прихибинское (I-7-16), Северо-Тикозерское (I-7-75), **Северо-Низинное (I-8-33), не имеющими большого промышленного значения.** Рудопоявления связаны с интрузиями имандровского комплекса. Рудопоявление Сеяваренч [569], приуроченное к верхней части Имандровского лополита, локализовано в рудной зоне мощностью 100–300 м, протяженностью до 3000 м. Рудная зона имеет выдержанные параметры, разбита меридиональными и широтными нарушениями на отдельные блоки. По данным магнитометрии устанавливается 2–3 титаномагнетитовых пласта. Рудные минералы (до 20–30%, иногда до 60%), представлены (%) ильменитом – 1–6; титаномагнетитом – 15–25; халькопиритом – до 1. Содержания полезных компонентов (%): V – 0,3–0,72 (среднее 0,4); Ti – 3,2–4,76 (среднее 3,4); Fe – 4,17.

Как сопутствующий элемент ванадий входит в состав титано-магнетитовых руд Цагинского месторождения, которое по оценке [567] является перспективным на ванадий-титанистое железо, а также – в состав аналогичных руд ряда рудопоявлений – Железный I и II (II-7-9, II-7-10).

## ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

**Медь.** Медь является одним из самых распространенных рудных элементов на территории листа, но не образует значительных самостоятельных рудных объектов. Все они относятся к медно-серноколчеданной формации. Также отмечается повышенная меденосность метаосадков и вулканитов ятулийского надгоризонта и, в частности, умбинской свиты (проявления Полисарское, II-9-3; Хирви-наволок, III-5-15 и др.). **Характерной особенностью умбинских вулканитов является связь с ними пунктов минерализации самородной меди, которые по своему генезису рассматриваются как постмагматические гидротермальные.**

Медно-никелевое оруденение магматического генезиса, имеющее промышленное значение, рассмотрено в разделе «Никель».

**Свинец и цинк.** Полиметаллическая минерализация на территории листа развита ограничено, по своим масштабам достигая уровня рудопоявлений. Выделяются два типа полиметаллического оруденения: палеозойский – жильный и прожилково-вкрапленный. Они принадлежат к свинцово-цинковой жильной и колчеданной рудным формациям. Оба типа не имеют практического значения. Рудопоявления жильного типа палеозойского возраста известны в Кандалакшско-Онежском грабене на фланге Порьегубско-Умбинской тектонической пластины. На побережье Белого моря и островах наблюдаются карбонатно-кварцевые жилы с галенит-сфалеритовой

минерализацией. Одним из наиболее известных рудопроявлений этого типа является Остров Медвежий (II-7-17) [607] в Порьей губе.

Рудопроявления, связанные с разновозрастными метасоматитами, наблюдаются в Парандовском зеленокаменном поясе и его обрамлении (Парандово, VI-8-20; Нижнее Летнее, VI-8-11 [665]), а также в протерозойских грабен-синклиналях – Лехтинской (Хахлозеро, VI-7-2 [666]) и Имандра-Варзугской (Участок «45-й км», I-8-34 [576]).

**Никель.** На площади листа известно три месторождения, а также многочисленные рудопроявления и пункты минерализации комплексных медно-никелевых руд, которые относятся к магматической сульфидной медно-никелевой формации в составе Мончегорского хром-медно-никелевого РУ Печенга-Имандра-Варзугской МЗ.

Кроме того, на Кольском полуострове, в Беломорье и Северной Карелии известно большое число никелевых и медно-никелевых рудопроявлений нередко с благороднометаллической сопутствующей минерализацией, приуроченных к интрузиям ультраосновных и основных пород позднearerхейского или раннепротерозойского возраста (в том числе к друзитам). Все они не имеют промышленного значения и далее не рассматриваются.

Раннепротерозойский возраст имеют Мончегорский плутон, с которыми связаны все месторождения никеля на территории листа, а также многочисленные интрузии основных и ультраосновных пород с никелевым оруденением в Имандра-Варзугской грабен-синклинали. Наиболее значимыми являются крупные массивы базитов Федоровой и Панской тундр. Рудные объекты никеля известны также в массивах габбро-норитов (Умбареченском, горы Девичья и др.), перидотитов и пироксенитов (оз. Вочеламбина), габбро-верлитов (Полисарский, Панареченский и др.) [315]. Никелевая минерализация известна также в интрузиях Олангской группы (массивы Ципринга и Лукулайсвара), однако в настоящее время эти интрузии считаются [569] как более перспективные на благороднометаллическое оруденение и будут рассмотрены ниже. Никелевое оруденение имеет полигенетический характер, выделяются сингенетическая сульфидная медно-никелевая минерализация и эпигенетические переотложенные сульфидные руды. Первый тип минерализации преобладает в месторождениях Мончегорского района.

Месторождение Ниттис-Кумужья-Травяная (НКТ) (I-6-4) [490] расположено в западной части Мончегорского плутона и приурочено к одноименному массиву длиной 7 км и шириной от 1,2 до 2,0 км, вытянутому в северо-восточном направлении. В рудном поле месторождения НКТ широким развитием пользуются эпигенетические руды, с которыми связаны основные запасы месторождения, сингенетические руды имеют подчиненное значение и образуют донную залежь.

Эпигенетические руды представлены жильными и инъекционными типами руд. В структуре рудного поля они образуют единую систему рудных тел. В вертикальном разрезе эпигенетические руды образуют три рудоносных горизонта: верхний горизонт сульфидных медно-никелевых руд, средний – сульфидных существенно медных руд, нижний – инъек-

ционных руд существенно никелевого состава. Верхний горизонт представлен жильным полем медно-никелевых руд, которое на поверхности имеет протяженность 3800 м, ширину 200–400 м; глубина залегания жил 200–400 м. На поверхности жильные руды интенсивно окислены, мощность зоны окисления 5–150 м. Минеральный состав руд (%): пирротин (60–85), пентландит (10–15), халькопирит (10–30), магнетит (5–10, до 70), пирит (0–3), основными полезными компонентами являются никель, медь, кобальт, сопутствующие – ЭПГ, Au, Se и Te. **Верхний рудоносный горизонт** разрабатывался с 1937 по 1971 г. Содержание полезных компонентов в добытых рудах составляет: Cu – 3,05%, Co – 0,19%, Pd – 6,73 г/т, Pt – 1,42 г/т, Au – 0,02 г/т, Se – 28 г/т, Rh – 0,21 г/т, Ir – 0,031 г/т.

Средний рудоносный горизонт представлен жильным полем существенно медных халькопирит-пирротиновых руд. Жилы установлены в северной и центральной частях рудного поля. Вертикальная мощность зоны халькопирит-пирротинového оруденения не превышает 150–200 м. Локализуются жилы в плагиоклазовых гарцбургитах, пространственно тяготея к телам габбро-пегматитов. В рудах установлено повышенное содержание минералов платиновой группы, представленных сперрилитом, брэггитом, палладистой платиной, мончеитом, котульскитом, теллуридами, теллуrowисмутитами платины и палладия. Содержания полезных компонентов в рудах составляют: 0,04–2,13% Ni; 0,53–29,3% Cu; 4–78 г/т Pt+Pd; до 8,4 г/т Au и до 175 г/т Ag (средние содержания Ni – 0,45%, Cu – 6,53%, Co – 0,016%, Pt – 4 г/т, Pd – 23 г/т, Se – 30 г/т, Te – 50 г/т, Au – 1 г/т).

Ресурсы платино-медного оруденения по категории P<sub>1</sub> составляют: Ni – 100 тыс. т, Cu – 700 тыс. т, сумма ЭПГ – 210 т при средних содержаниях Ni – 1%, Cu – 7%, Pt+Pd – 21 г/т.

Нижний рудоносный горизонт представлен инъекционными существенно никелевыми гнездово-прожилковыми рудами, которые развиты ниже существенно платино-медных руд. Прогнозные ресурсы оценены в 8492 тыс. т руды, 46,7 тыс. т никеля при содержании 0,55%, 21,3 тыс. т меди при содержании 0,25% и 1840 т кобальта при содержании 0,022%.

Сингенетическое оруденение представлено так называемой «донной залежью» НКТ, расположенной в приподошвенной части массива в виде пластового тела. Границы рудного пласта условны, определены нижним пределом бортового содержания никеля – 0,2%. В поперечном сечении залежь вкрапленных руд имеет серповидную форму, в осевой части массива мощность её 10–12 м, редко 15–20 м, к бортам уменьшается до 2–3 м. Руда донной залежи представлена бедной сульфидной вкрапленностью со средними содержаниями (%) Ni – 0,27, Cu – 0,16, Co – 0,011. В 1947 г. на месторождении НКТ были подсчитаны и утверждены ГКЗ запасы руды по категориям: A + B + C<sub>1</sub> в количестве 67 829 тыс. т, Ni – 234,6 тыс. т, Cu – 140,8 тыс. т и по категории C<sub>2</sub> – 79 950 тыс. т руды, 183 тыс. т Ni и 121,1 тыс. т Cu. Запасы месторождения НКТ сняты с учета Государственного баланса в 1971 г. в связи с нерентабельностью их отработки и закрытием рудника.

Месторождение Сопчуайвенч (I-6-11) [490] приурочено к центральной части Мончегорского плутона. Оно состоит из трех рудоносных уровней:

верхнего – «висячих» залежей сингенетических вкрапленных руд, среднего – жильных эпигенетических руд и нижнего – «донной» залежи сингенетических вкрапленных руд.

Верхний рудоносный уровень имеет форму пластообразного тела мощностью от 2,5 до 10 м. Средний рудоносный горизонт представлен жильным полем сульфидных руд, которое расположено в надмульдовой части массива. Кроме основных рудных минералов в рудах отмечаются молибденит, сфалерит, теллуриды и висмутиды платины, палладия, никеля, серебра и золота. Средние содержания полезных компонентов в жильных рудах составляют: Ni – 3,7%, Cu – 2,7%, Co – 0,16%, Se – 0,00176%, Te – 0,00169%, Pt – 0,91 г/т, Pd – 6,3 г/т, Au – 0,32 г/т, Ag – 8,2 г/т.

Нижний рудоносный уровень представлен «донной» залежью бедных вкрапленных руд. Оруденение представлено сульфидной вкрапленностью в количестве от 4–5 до 7–8%, при среднем содержании никеля 0,38%, меди 0,28%, кобальта 0,12%. На 1.01.2009 г. на Государственном балансе по месторождению Сопчуайвенч числятся суммарные запасы забалансовых руд в количестве 131 848 тыс. т, Ni – 432,9 тыс. т при содержании 0,33%, Cu – 221,9 тыс. т при содержании 0,17%, Co – 16 033 т при содержании 0,012%. Месторождение относится к Государственному резерву.

Месторождение Ньюдауйвенч (I-6-10) приурочено к массиву Нюд-Поаз, являющемуся восточной краевой частью Мончегорского плутона и сложенному норитами и габброноритами [490]. Рудные объекты разведаны до категорий А + В + С<sub>1</sub>, один из них (Нюд-II) отработан, добыто 5807 т никеля, 3991 т меди, 288 т кобальта, оставшаяся часть руды переведена в разряд забалансовых. Основные рудные минералы представлены пирротином, пентландитом, халькопиритом, кроме того, присутствуют – пирит, магнетит, хромит, в незначительных количествах установлены сфалерит, полидимит, ильменит. Содержание полезных компонентов в рудах низкое, в среднем для никеля 0,2–0,3%. В связи с незначительными запасами, разработка месторождения считается нерентабельной, месторождение законсервировано, суммарные запасы руд составляют 13 456 тыс. т руды, 31,7 тыс. т никеля и 26,7 тыс. т меди.

Пункты минерализации и проявления, входящие в Мончегорский рудный район, приурочены главным образом к габброноритовой зоне Мончетундровского массива и представлены вкрапленными, прожилково-гнездово-вкрапленными рудами с пирротином, пентландитом и халькопиритом.

В Панско-Федоровотундровском благороднометалльном рудном узле широко распространено эпигенетическое сульфидно-никелевое оруденение, сформированное в результате развития в метасоматитах Варзугского метасоматического комплекса в тектонических зонах, пересекающих интрузивные породы [598]. Они представлены пропилитами карбонат-хлоритового, тальк-актинолитового и хлорит-амфиболового состава и формируются как по перидотитам, так и, в меньшей степени, по базитам. С ними и, в меньшей степени, с березитами, преимущественно связано формирование сульфидных медно-никелевых руд.

**Молибден.** На территории листа известны крупное месторождение Лобаш (VI-7-4) и малое Пяварское (V-6-11), которые относятся к молибденовой грейзеновой рудной формации. Они входят в состав Шомбозерско-Лехтинского золото-серноколчеданно-молибденового рудного района, на площади Парандовского зеленокаменного пояса. Кроме того, на карте показаны 12 рудопроявлений, в том числе Метчагоя-I, (VI-7-27) [654], Парандовское, (VI-8-20), Южно-Парандовское, (VI-8-23) [665]) и девять пунктов минерализации молибдена, также связанные с позднеархейскими гранитоидами и разновозрастными пегматитами, с кварц-полевошпатовыми и кварцевыми метасоматитами хизоварского и ниemiaрвинского метасоматических комплексов, главным образом в зеленокаменных поясах и их обрамлении (Ирковара, II-5-13; Кичаны, III-5-7 [605]) или со щелочными интрузиями палеозойского возраста (Ласточкино гнездо, I-7-27 [490]). Подобные проявления молибденовой минерализации широко распространены на территории листа, но не представляют промышленного интереса в связи с незначительными масштабами оруденения.

Наиболее значительное на территории листа молибденовое оруденение известно в западном обрамлении Лехтинской протерозойской грабен-синклинали, где многими геологами исследовалось крупное месторождение Лобаш, расположенное в 80 км западнее г. Беломорск [211, 666]. Оно приурочено к субмеридиональной тектонической зоне и локализовано в лопийских метавулканитах верхнего архея основного и среднего состава в апикальной части интрузии гранитоидов. Лобашский массив сложен порфиroidными биотитовыми гранитами с порфиroidными фациями в апикальной части [211]. Молибденовое оруденение локализовано главным образом в надинтрузивной экзоконтактовой зоне гранит-порфиroidного штока среди базитов и вулканитов среднего и умеренно-кислого состава. Месторождение представляет собой крупный штокверк со сложным внутренним строением, образующий в целом пластообразную залежь, которая почти точно повторяет конфигурацию кровли гранитной интрузии. Протяженность залежи по простиранию более 2 км, ее ширина 500–700 м, мощность до 200 м в осевой части. Верхняя граница залежи в центральной части месторождения находится на глубине 10–15 до 50–100 м, на флангах – на глубине 200 м. Нижняя граница залежи обычно совпадает с кровлей гранитной интрузии, расположенной глубже 140 м.

В пределах рудного штокверка на южном фланге месторождения Лобаш установлена кварцево-жильная рудная зона, состоящая из крупной кварцевой жилы и оперяющих ее мелких (0,1–0,5 м) кварцевых жил и прожилков. Жильная зона вскрыта в интервале глубин 250–350 м и представляет собой пологозалегающее лентообразное тело размером 150–300×750 м при мощности 40–60 м в осевой части. Молибденовое и сопутствующее оруденение представлены сульфидным прожилково-вкрапленным типом в области интенсивного окварцевания вмещающих пород. Собственно молибденовые руды представлены двумя типами: штокверковым (90%) и жильным (10%). Главный рудный минерал молибденит приурочен к зальбандам кварцевых прожилков, где образует оторочки, цепочки и мелкую гнездовую вкрапленность в ассоциации с пиритом и халькопиритом. Из

других рудных минералов в молибденовых рудах отмечается пирротин, образующий мощную зону рассеянной минерализации по периферии рудного тела, сфалерит, галенит, спорадически встречается шеелит, борнит, самородный висмут и другие минералы. Среднее содержание молибдена в рудах месторождения – 0,068 %, в штокверковой залежи – 0,061 %, в кварцево-жильной зоне – 0,138 %. Помимо молибдена, в рудах присутствует (%) Cu (0,01–1, среднее 0,03), W (0,001–0,1, среднее 0,01), Zn (до 0,3), Pb (до 0,3), Bi (до 0,03); Ag (до 30 г/т).

Все природные разновидности руд легкообогатимы и относятся к единому технологическому типу. Из них возможно получение первосортного флотационного молибденового концентрата с содержанием 48,0–52,3 % молибдена при извлечении 86–92 %. Руды являются также высококонтрастными и успешно предварительно обогащаются рентгенорадиометрическими методами. Балансовые запасы по состоянию на 1.01.2009 г. составляют по категориям: A + B + C<sub>1</sub> руды – 82 300 тыс. т, молибдена – 56 400 т, по категории C<sub>2</sub> руды – 121 436 тыс. т, молибдена – 71 200 т [162].

Пяяварское месторождение расположено в 32 км к северо-западу от месторождения Лобаш. Здесь молибденовое оруденение штокверкового и жильного типов локализуется в зоне экзо- и эндоконтактов гранитного массива. По простиранию штокверк прослеживается на 2,5 км, по падению – более 500 м, мощность его в центральной части достигает 500 м, к флангам и по падению штокверк выклинивается. Вкрапленная минерализация молибденита наблюдается в крутопадающих кварцевых жилах, средняя мощность жил составляет первые см до 0,3 м, в единичных случаях до 1,2 м. Вкрапленно-прожилковая минерализация характерна для зон расланцевания в гранитах. Среднее содержание молибдена в рудах – 0,043 %. Месторождение в значительной степени эродировано, в связи с чем значительно уступает месторождению Лобаш как по масштабам оруденения, так и по качеству руд [326]. Запасы на Госбалансе не числятся. Прогнозные ресурсы молибдена по категориям P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub> – 101,7 тыс. т [326].

**Вольфрам.** Вольфрамовая минерализация на территории листа представлена очень ограниченно. Три пункта минерализации (II-8-8; II-9-20, 21) известны в Имандра-Варзугской грабен-синклинали и ее обрамлении. Ведущим генетическим типом вольфрамового оруденения являются кислотные фации варзугского метасоматического комплекса. Изредка вольфрам присутствует в составе комплексных руд с другими главными полезными ископаемыми. Эти рудопроявления и пункты минерализации связаны либо с кислотными фациями региональных метасоматитов (Вельмешки, II-8-19), либо с апогранитными альбититами и кварцевыми метасоматитами (Парандово, VI-8-17) [665].

**Алюминий.** Сырьем для алюминиевой промышленности служат апатит-нефелиновые руды комплексных месторождений Хибинской группы (Хибинский редкометалльный нефелин-апатитоносный РУ). При их обогащении получают как апатитовый, так и нефелиновый концентрат

с содержанием  $Al_2O_3$  не менее 28,5%, являющийся качественным сырьем для получения алюминия, щелочей и других химических продуктов. Характеристика месторождений Хибинской группы дана в разделе «Апатит».

## РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

**Бериллий.** Бериллиевая минерализация на территории листа проявлена ограниченно и относится к формации берилл-редкометалльных пегматитов (Западно-Кейвский редкоземельный ПРУ). Бериллий является ведущим компонентом руд в рудопроявлении горы Пункуруайв (I-9-6), связанном с нефелиновыми сиенитами Ловозерского массива, и входит в состав руд рудопроявления р. Пессарьёк (I-9-7) в редкометалльных пегматитах.

На горе Пункуруайв рудопроявление бериллия генетически связано с содалит-нефелиновыми сиенитами Ловозерского массива [507]. Здесь известны две жилки мощностью до 20–30 см и длиной 2–3 м, приуроченные к вертикальным трещинам отдельности в эвдиалитовом шлере, и одно гнездо размером  $0,4 \times 0,6 \times 1$  м, непосредственно залегающее во вмещающих сиенитах.

В верховьях р. Пессарьёк бериллиевое рудопроявление приурочено к пластовой пегматитовой жиле длиной 120 м и мощностью от 1–2 м, залегающей среди гранато-биотитовых, биотито-амфиболовых гнейсов и амфиболитов [507]. Простираение жилы СЗ  $300^\circ$ , падение на СВ под углом 25– $80^\circ$ . Берилл в основном сосредоточен у лежачего бока жилы в зоне мощностью от 5–10 до 15–25 см. Размер кристаллов берилла варьирует от долей миллиметра до 8–10 см в длину и  $2 \times 2$  см в поперечнике.

**Ниобий, тантал, редкоземельные элементы иттриевой и цериевой групп.** На территории листа известен ряд месторождений и рудопроявлений этих элементов следующих рудных формаций: апатит-нефелиновой редкоземельно-редкометалльной в расслоенных щелочных интрузиях, апатит-редкометалльно-редкоземельно-магнетит-карбонатитовой, апатит-редкометалльно-редкоземельной щелочно-габброидной, редкоземельно-редкометалльной щелочных метасоматитов.

Они связаны с массивами ковдорского ультрамафит-фойдолитового комплекса (месторождения Салланлатвинское (II-3-10) и Вуориярви (II-4-5, 6) [567]), с хибино-ловозерским комплексом нефелиновых сиенитов палеозойского возраста – месторождение Ловозерское в одноименном массиве, в состав которого входят участки Карнасурт (I-8-14), Умбозерский (I-8-15), Аллуайв (I-8-13), Страшепахк (I-8-20), Флора (I-9-1) [567]. Ряд рудопроявлений известен в Хибинском массиве [490], а также в Ельтьозерском массиве тикшеозерского комплекса ультрамафитов–нефелиновых сиенитов раннепротерозойского возраста (рудопроявление Ельтьозерское (III-5-28), Восточное (III-5-33) [621]). Ниобий присутствует как важный компонент также в составе комплексных руд ряда месторождений и рудопроявлений: Африканда (I-6-46), Лесная Варака (I-7-84), Ельтьозеро, участок Нято-Вара (III-5-31), Турий (III-8-2).

Наиболее важным в промышленном отношении является Ловозерское месторождение, для которого характерно наличие огромных запасов комплексных руд, содержащих редкие металлы (ниобий, тантал, цирконий, титан и редкие земли). Ловозерское месторождение расположено в 100 км к востоку от ст. Оленья Октябрьской ж. д. Рудные концентрации лопарита связаны со вторым подкомплексом ритмично чередующихся щелочных пород ряда уртит–фойяит–луяврит дифференцированного лопаритоносного комплекса мощностью 1350 м. Падение всех магматических горизонтов в глубь массива 10–15°. Рудные залежи представляют собой пластообразные тела, прослеживающиеся по всему периметру массива. Их средняя мощность варьирует от 0,48 до 2,5 м. Отдельные слои лопаритоносных пород при почти неизменной мощности прослеживаются на многие километры. Разработка в настоящее время ведется на рудниках Карнасурт, Кедыкверпахк, 1-е шахтное поле Умбозерского участка [567]. Суммарное среднее содержание  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$  в руде различных участков близко между собой и колеблется в небольших пределах – 0,43–0,50%;  $TiO_2$  в пределах 1,8–2,12%; в целом же по Ловозерской группе месторождений для различных категорий запасов суммарное содержание  $Nb_2O_5$  и  $Ta_2O_5$  изменяется от 0,47 до 0,56%, сумма редких земель от 1,62 до 1,96%,  $TiO_2$  от 1,99 до 2,38% (редкие земли представлены преимущественно цериевой группой, которая составляет 98–99% от их суммы).

Значительные запасы циркониевых руд связаны с меланократовыми крупнозернистыми эвдиалитовыми луювритами, залегающими в верхней части разреза, на вершинах гор Аллуайв, Кедыкверпахк, Ангвундасчорр, Сенгисчорр и др. и переслаивающимися со среднезернистыми эвдиалитовыми луювритами. На балансе числятся запасы тантала, ниобия, редких земель, титана, стронция и тория. Разведанная часть месторождения содержит также крупнейшие запасы иттрия, циркония, гафния.

Вуориярвинское месторождение редких металлов приурочено к центральной части одноименного массива, сложенной ультраосновными породами и карбонатитами. Пироклоровые и перовскит-титаномагнетитовые руды встречаются на двух участках: Нескевара и Тухтавара. Пироклоровое оруденение содержится как в апатит-оливин-магнетитовых рудах, так и в карбонатитах [567]. Содержание  $Nb_2O_5$  в апатит-оливин-магнетитовых рудах колеблется от сотых до десятых долей процента. Кроме ниобия в рудах присутствуют редкие земли в количестве 0,15–0,40%, цирконий – 0,02–6,06%. Магнетитовый концентрат содержит 57–63% железа, при извлекаемости около 90%. Кроме того, в концентрате присутствует 0,07%  $Nb_2O_5 + Ta_2O_5$  и 0,2–0,6% фосфора. Пироклоровый концентрат содержит 0,9–2,97%  $Ta_2O_5 + Nb_2O_5$  при соответствующем извлечении первого от 40,4 до 66,3% и второго от 40 до 54,7%. Апатитовый концентрат содержит 20–38%  $P_2O_5$  при извлечении фосфора в 50%.

Хибинский массив обладает большим потенциалом редких металлов и земель, заключенных в различных минералах массива и образующих многочисленные объекты с промышленными концентрациями. Редкие металлы представлены ниобием, танталом, цирконием. Все установленные в Хибинском массиве объекты, в том числе показанные на

карте рудопроявления Тахтарвумчорр (I-7-43), Эвеслогчорр (I-7-34,36), Вудъяврчоррское (I-7-52), Ловчоррское (I-7-58), связаны со щелочными пегматитами и альбититами [490].

**Цирконий.** С массивами щелочных гранитов кейвского комплекса связаны рудопроявления редкометалльных Nb-Y-Zr руд, известных только в пределах центральной части Кольского полуострова (Кейвский редкометалльно-гранат-кианитовый рудный район, Западно-Кейвский редкоземельный ПРУ). Становление массивов этих комплексов происходило в период 2,56–2,67 млрд лет.

К массивам щелочных гранитов приурочены проявления редкометалльных руд в зонах контактовых метасоматитов микроклин-альбит-кварцевого состава. Формационная принадлежность руд аналогична рудным формациям ниобия и тантала. Метасоматиты локализованы в зонах разломов, которые, по-видимому, являлись подводными каналами внедрения гранитной магмы. Содержания полезных компонентов достигают (%):  $ZrO_2$  – 0,9,  $Y_2O_3$  – 0,05,  $Nb_2O_5$  – 0,03 [569].

Минерализация циркония также связана с жилами пегматитов в Хибинском массиве (Хибинский редкометалльно-нефелин-апатитоносный РУ). Примерами могут служить рудопроявления Пик Марченко (I-7-25) и Ловчоррское (I-7-57). Жилы, обогащенные эвдиалитом, с которым связан цирконий, имеют длину до 40 м, мощность до 1 м, участки обогащения пород эвдиалитом невелики, максимальные размеры их составляют  $50 \times 70$  м [490]. Содержание эвдиалита в обогащенных им породах достигает 25–40%, иногда до 70%.

**Редкоземельные элементы** (без подразделения). На карте показано одно месторождение (Вавнбед, I-9-2) и семь рудопроявлений редкоземельных элементов. Месторождение Вавнбед приурочено к эвдиалитовым лужавкам и пегматитам горы Вавнбед в восточной части Ловозерского массива (Ловозерский редкоземельно-редкометалльный РУ). Формационная принадлежность руд аналогична рудным формациям ниобия, тантала и циркония. Мощность всего рудоносного комплекса составляет 200–300 м. По содержанию эвдиалита выделяются бедные и богатые руды. Бедные руды слагают пластообразные тела, содержащие около 3%  $ZrO_2$ , и не имеют практического значения. Богатые руды образуют линзовидные тела мощностью до 0,25 м, шпильки, гнезда и жилы длиной до 13 м и мощностью от 0,1 до 2 м с содержанием эвдиалита от 50 до 80% [507].

В Северной и Западной Карелии редкоземельная минерализация связана с проявлениями щелочных метасоматитов в обрамлении Елетьозерского массива щелочных габброидов (Елетьозерский апатит-редкоземельно-титановый РУ). Например, Елетьозерское рудопроявление (III-5-28) локализовано в интенсивно рассланцованных, милонитизированных габброидах с согласными жилами анортозитов и сиенитов. На все породы наложены амфибол-альбитовые, амфиболовые метасоматиты и альбититы. Содержания Nb – 0,5%, Ta – 150 г/т, La – 0,1%, Ce – 0,3%, Y – 0,05%, Zr – 1%, Be – 0,3%, Gf – 300 г/т [621].

В Западной Карелии известен ряд рудопроявлений в эгирин- и арфведсонитсодержащих альбититах и микроклинитах. К ним относятся Черное (IV-5-1), Кестеньское (IV-5-2), Руокосалма (V-5-9), Контокки (VI-4-8), Гора (VI-5-4), Маризеншари (VI-5-9), Берег (VI-5-10) [621].

**Церий.** Цериевая минерализация рудопроявлений Болото (VI-5-5), Длинное (VI-5-6) и Мыс (VI-5-8) формации редкоземельно-редкометалльных щелочных метасоматитов приурочена к комплексу щелочных метасоматитов по гранитоидам архейского фундамента и лопийским гнейсам и сланцам в Суоярвско-Куйтозерском сланцевом поясе. Метасоматиты представлены микроклинитами, арфведсонит- и эгиринсодержащими альбититами, актинолит-хлоритовыми и мономинеральными альбититами. К последним нередко приурочена богатая редкоземельная минерализация. Примером может служить рудопроявление Болото, расположенное на северном берегу оз. Нюк. Здесь по биотитовым гнейсам, гранат-биотитовым и амфиболовым сланцам развиты альбититы с порфиробластами актинолита и хлорита. Линейные тела крупнозернистых альбититов имеют четкие контакты, окружены слабо альбитизированными породами. Зоны метасоматоза контролируются субмеридиональными разломами. Содержания Се составляют 0,1–0,3 %, Zr – до 0,1 % [621].

**Уран.** Самостоятельные рудные объекты урана, выделенные на карте, представлены 27 рудопроявлениями и 12 пунктами минерализации. Рудопроявление Козловское (I-7-5) находится в Кольской ГЗО [490], остальные – в Северной Карелии (Панаярви-Соваярвинская складчатая структура и Куоляярвинский синклинорий) и в Западной Карелии в пределах зоны разломов субмеридионального простирания в обрамлении Суоярвско-Куйтозерского сланцевого пояса.

Проявления урановой минерализации принадлежат к рудной формации ураноносных альбититов. Рудопроявление урана Козловское, находящееся в Центральном-Кольском блоке, приурочено к телам кварц-альбитовых метасоматитов, развитых в пределах тектонической зоны северо-восточного простирания, секущей гнейсы кольского метаморфического комплекса. Рудное тело оконтурено по бортовому содержанию урана 0,01 %, имеет протяженность 8 м, мощность 2 м, содержание урана 0,14 %.

В Западной Карелии широко распространены метасоматиты ниemiярвинского метасоматического комплекса, с которым связаны процессы окварцевания и альбитизации. Руды сложены уранинитом, браннеритом и торитом.

В Северной Карелии известны многочисленные проявления золото-урановой минерализации. Они связаны с аухтиярвинским метасоматическим комплексом [572]. Пространственное положение рудоносных метасоматитов контролируется продольными зонами разрывных дислокаций и трещинами их оперения. Тела метасоматитов прослеживаются по простиранию на многие сотни метров при ширине первые десятки метров, по падению – на первые сотни метров. Урановое оруденение приурочено преимущественно к катаклазированным и карбонатизированным альбититам.

Оно представлено прожилковыми и прожилково-вкрапленными рудами, представленными уранинитом, титанатами урана, реже урановой смолкой. Рудные тела с кондиционными содержаниями урана прослеживаются от единичных до первых десятков метров.

В Куоляярвинском синклинии известны следующие рудопроявления урана в метасоматитах: Илим-Курсу-Ярви (II-3-12) по карбонатным породам, Куонаярви (II-3-14) и уч. Лагерный (III-3-5) по породам черносланцевой толщи, уч. Кварцевый (III-3-4) по гнейсо-гранитам фундамента, Кауттио (III-3-13) по метаэффузивам основного состава и др. Все проявления локализованы в зонах разрывных дислокаций и относятся к аухтиярвинскому метасоматическому комплексу раннепротерозойского тектоно-метаморфического цикла.

В Панаяярвинской складчатой структуре большинство проявлений урана приурочено к продольным зонам разрывных дислокаций, локализованных в осевой части протерозойского прогиба [109]. В такой структурной обстановке находятся проявления урановой минерализации Киеккилампи (III-3-20), Минавара (III-4-29), Корпела (III-4-26), Леппяля (III-4-27) в альбититах по метабазитам и кварцитам и др. Особое положение занимают проявления Хейкин-ярви (III-3-16) и Мянтюйоки (III-4-14) [108]. Они представлены ураноносными апопропилитовыми березитами, локализованными в метабазитах в обрамлении выступа архейского фундамента Рааккунтури.

## БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

**Золото.** На территории листа известно одно малое месторождение золота (Майское, III-3-2), 143 рудопроявления и многочисленные пункты минерализации. Все рудные объекты приурочены к архейским зеленокаменным поясам и протерозойским прогибам. По генетическим особенностям выделяются сингенетические и эпигенетические проявления золота. Они относятся к четырем основным рудным формациям: золото-сульфидной, золото-кварцевой малосульфидной, платинометалльно-золоторудной, железистых кварцитов с золотом.

Сингенетические концентрации золота по масштабу не более пунктов минерализации наблюдаются в метатерригенных породах карелия и верхнего лопия. Большая их часть находится в Шомбозерской и Лехтинской протерозойских грабен-синклиналях и их обрамлении. К ним относятся пункты минерализации оз. Шомбозеро (V-6-1), уч. Ожиярви (V-6-4), Гангазлампи (V-7-11), Пибозеро (V-7-12), оз. Воронье (V-7-13), Маслозеро (V-7-15), оз. Варозеро (VI-6-3) и др. [648, 654]. Сингенетическое золото содержится в надкларковых количествах в комплексных медно-никелевых рудах Мончегорской группы месторождений и извлекалось при разработке месторождения НКТ, а также в расслоенных интрузиях Панско-Федоровых тундр и олангского комплекса (разделы «Никель» и «Платина и элементы платиновой группы»).

Эпигенетическое оруденение наблюдается в зеленокаменных поясах, в центральной части Беломорской складчатой зоны и в протерозойских оса-

дочно-вулканогенных прогибах. Оно связано с разнообразными и разновозрастными метасоматитами и относится к золото-сульфидной, золото-кварцево-сульфидной и малосульфидной золото-кварцевой рудным формациям.

Наиболее часто проявления золота встречаются в пределах Карельской гранит-зеленокаменной области. В ней золоторудная минерализация связана с различными фациями метасоматитов ниemiaрвиского метасоматического комплекса. К этому типу относятся рудопроявления Кургелампи (V-4-16), Новый Таловейс (VI-4-3), Берендей (VI-4-5) и пункты минерализации Хейвьярвинское (VI-5-15), Большозерское-1 (VI-5-18) и др. [561]. Рудопроявления Новый Таловейс и Берендей выявлены в Костомукшском зеленокаменном поясе [481]. Первое из них, расположенное в 5 км западнее Костамукшского железорудного месторождения, пространственно приурочено к небольшой (2500 × 800 м) порфировой интрузии гранодиоритов-трондьемитов и гранит-порфиоров с возрастом 2710–2720 млн лет. Гранитоиды прорваны рифейскими дайками лампроитов. Золоторудная минерализация локализована в кварцевых жилах и метасоматитах. Значительная часть объема гранитоидов тектонизирована, березитизирована, серицитизирована; характерна вкрапленность пирита и повышенная общая золотонность (до 0,5 г/т). Рудные тела представлены зонами минерализации, кварцевыми жилами и штокверковыми зонами, локализованными преимущественно в гранитоидах, реже во вмещающих метакоматит-базальтах. Протяженность рудных тел достигает 100 м при мощности от первых метров до первых десятков метров, границы часто нечеткие. Оруднение относится к золото-сульфидно-кварцевому типу и носит прожилковый и прожилково-вкрапленный характер. Основная масса золота сосредоточена в кварцевых жилах мощностью от 5–10 до 50 см. Золото в жилах самородное, мелкое и крупное с пробностью 950–960, образует изометричные и дендритовидные зерна размером от 0,1 до 0,5 мм; его содержание от 1 до 250 г/т, в среднем 4,6 г/т. Рудные штокверки характерны для зон метасоматитов, выражены сетью кварцевых и карбонатно-кварцевых прожилков мощностью 1–3 см, содержат вкрапленники и гнезда сульфидов. Мощность штокверков достигает 10 м, содержание золота от 0,5–4,0, до 8 г/т. Сопутствующие минералы представлены пиритом, пирротином, халькопиритом, теллуридами, арсенопиритом, висмутином, шеелитом, галенитом, сфалеритом, тетраэдритом. При оценочных работах выявлены отдельные рудные тела в виде рудных столбов [326]. В верхней части рудного столба до глубины 33 м подсчитаны запасы золота  $C_2$  – 0,0159 т при среднем содержании золота 11,6 г/т и прогнозные ресурсы категории  $P_1$  – 60,9 кг при среднем содержании золота 4,8 г/т [326]. Ресурсы  $P_1 + P_2$  оценены [326] как 12,2 т при содержании золота 20 г/т. Запасы ГКЗ не утверждались.

Рудопроявление Берендей расположено в южной части структуры в зоне разлома, контролирующего проявление Таловейс. Золоторудная минерализация локализована в измененных метавулканитах коматит-базальтового состава. Околорудные изменения – биотитизация, карбонатизация, серицитизация, окварцевание, сульфидизация. Рудные тела имеют мощность 0,7–6 м и прослежены по простиранию до 800 м. Руды кварцево-жильного

и прожилково-вкрапленного типа с содержанием золота от 0,86 до 13,6 г/т, в среднем около 5 г/т. Золото сопровождается шеелитовой минерализацией, развиты арсенопирит, минералы висмута. Ресурсы  $P_1 + P_2$  оценены [326] в 4,4 т при содержании золота 20 г/т.

Проявления золота, установленные в самих железистых кварцитах, встречаются только в связи с наложенной сульфидной минерализацией в ассоциации со среднетемпературными метасоматитами [561].

В Парандовском зеленокаменном поясе золоторудная минерализация связана со средне-низкотемпературными позднеархейскими метасоматитами ниемиярвинского метасоматического комплекса. Мощность рудных зон составляет 0,1–2 м при содержании Au 0,9–2,3 г/т. Оруденение обычно связано с кварц-мусковитовыми, хлорит-амфиболовыми метасоматитами, участками окварцевания, турмалинизации и обильной пиритовой минерализации (пункты минерализации Верхнеавнеозерское-1 (V-7-5), Верхнеавнеозерское-2 (V-7-6), Верхнеавнеозерское-3 (V-7-7) [561].

Рудопроявление золота Лобаш-1 (VI-7-5) [665] расположено в западном обрамлении Лехтинской грабен-синклинали среди метаморфизованных вулканогенных образований лопия в 80 км западнее Беломорска и в 1 км северо-восточнее молибденового месторождения Лобаш. Рудная зона представляет собой штокверк, состоящий из многочисленных линзовидных субгоризонтальных рудных тел, расположенных выше гранитной интрузии. Штокверк вытянут в северо-западном направлении на 700 м при ширине 200–400 м и мощности 200–250 м. Размеры рудных тел в пределах штокверковой зоны от 50×50 м до 650×350 м, мощность от 1 до 5 м, редко 6–8 м. Рудные тела разделены прослоями некондиционных руд и вмещающих пород мощностью от первых метров до первых десятков метров. Глубина залегания рудных тел достигает 250 м. Концентрации золота более 1 г/т наблюдаются в рудных пересечениях мощностью 1–3 м, концентрации 10 г/т и более встречаются спорадически. Максимальное содержание золота 216 г/т установлено в кварцевой жиле мощностью 0,2 м. Среднее содержание золота в рудных телах составляет 4,71 г/т [326].

Руды золото-сульфидно-кварцевые вкрапленные и прожилково-вкрапленные локализованы в катаклазированных, окварцованных и серицитизированных в основных метавулканитах и плагиопорфирах. 97,5% золота находится в свободной форме, 2,5% – в сульфидах. Крупность зерен золота от сотых долей до 0,8 мм, преобладающий размер 0,15 мм. Попутными компонентами на рудопроявлении являются медь и серебро, среднее их содержание в рудах составляет 0,41% и 9,58 г/т соответственно. Запасы категории  $C_2$  до глубины 250 м при бортовом содержании Au 2 г/т составляют 5,06 т золота [326]. Запасы не утверждались ГКЗ, объект на балансе не числится. Количество прогнозных ресурсов категории  $P_1$  до глубины 250 м составляет 3,0 т при среднем содержании золота около 5 г/т [326].

В протерозойских прогибах Карелии наряду с сингенетическими (вулканогенно-осадочными) концентрациями золота широко развиты рудоносные метасоматические образования аухтиярвинского и нигалмоозерского метасоматических комплексов (пропилиты, листвениты, альбититы, березиты). К ним относится наибольшее число золоторудных объектов (малое

месторождение Майское (III-3-2); рудопроявления Соповарское (V-6-16), Риговарака (VI-7-13), Тунгудское (VI-7-22); а также 48 пунктов минерализации). Оруденение наблюдалось в зональных телах метасоматитов пропилит-березитового ряда, особенно в хлоритовых пропилитах, в березитах и связанных с ними сульфидных рудах, а также в ураноносных альбититах. Характерные ассоциации элементов-спутников золота представлены U, Cu-Ag-Mo, Cu-Pb-Zn.

Месторождение Майское (III-3-2) [563] расположено в пределах Куолярвинского синклиория, в 3 км южнее оз. Хосиярви и в 50 км к юго-западу от пос. Алакуртти. Вмещающими золотое оруденение породами являются метаандезиты и метабазалты куолярвинской серии. Метавулканы прорваны силлом и дайками метагаббропироксенитов. Месторождение представлено параллельными системами крутопадающих кварцевых жил, окруженных ореолами щелочных метасоматитов, пропилитов и лиственитов. По вмещающим метабазальтам развиты карбонатные, кварц-альбит-хлоритовые, хлорит-кварц-серицитовые, актинолит-хлорит-карбонатные метасоматиты. Максимальные концентрации золота связаны с многочисленными кварцевыми жилами в метабазальтах. Мощность жил колеблется от 0,5 до 5–6 м, они группируются в две линейные зоны, прослеженные по простиранию на 2,5 и 3,8 км соответственно. В первой из них среднее содержание Au составляет 12,9 г/т, во второй – 4,2 г/т (в контурах подсчета запасов), при крайне неравномерном распределении – от следов до сотен (580) г/т. Кварц представлен двумя генерациями: I – крупно- и среднекристаллический, молочно-белый, буроватый. Сульфидная минерализация и видимое золото связаны со II генерацией, представленной средне-мелкокристаллическим, гранулированным, пестрых окрасок кварцем.

Концентрация сульфидов составляет в среднем 0,5–1,0%, в гнездах 3,0–5,0%. Сульфиды представлены халькопиритом, пирротинном, кобальтином, кубанитом, галенитом, сфалеритом, теллуридами никеля, свинца и золота. Сульфиды в сростании с самородным золотом образуют вкрапленные и гнездовые руды. Самородное золото представлено зернами, чешуйками, дендритами, кристаллами размером от 0,1 до 1,5 мм. Пробность золота 840–960. На месторождении выделено восемь рудных тел мощностью от 1,1 до 5,5 м. Общие запасы месторождения на 1.01.2009 г. составили: руда – 16 тыс. т, золото – 0,122 т (категория C<sub>2</sub>) [159]. Суммарная оценка прогнозных ресурсов золота по категориям P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub> составила 0,537 т [326].

В Лехтинской грабен-синклинали известно более пяти рудопоявлений и многочисленные пункты минерализации золота. Все они приурочены к зонам разрывных нарушений в северо-восточном и юго-западном крыльях прогиба и связаны с метасоматитами Нигалозерского метасоматического комплекса. Вмещающими являются образования сумийско-сариолийского и ятулийского надгоризонтов. Примером может служить рудопоявление Шуезерское (VI-7-12) [665], локализованное в узле пересечения разломов северо-западного и северо-восточного простирания. Рудовмещающие породы представлены метабазитами, кварцевыми гравелитами и кварцитами ятулийского надгоризонта. В них наблюдается большое количество кварцевых и кварц-карбонатных жил с сульфидной минерализацией. Их мощность

до 2 м, длина до 40–50 м. Жилы окружены зонами метасоматитов пропи-лит-березитовой ассоциации. Руды сложены халькопиритом, халькозином, магнетитом, блеклыми рудами, сфалеритом, висмутином, молибденитом. Содержания Au составляют 1–2 г/т.

Золоторудная минерализация Выгозерско-Тикшеозерской потенциальной минерагенической золоторудной зоны в последнее время привлекает к себе пристальное внимание. Эта МЗ приурочена к области сочленения Карельской гранит-зеленокаменной области и Беломорской складчатой зоны. Все изученные в пределах Тикшеозерского ЗКП зоны интенсивно проявленного контрастного метасоматоза приурочены к участкам осложнения основной субмеридиональной структуры субширотными флексурами и продольными и диагональными разломами. Здесь установлено 20 пунктов золоторудной минерализации.

В центральной части Тикшеозерского ЗКП локализуется девять пунктов минерализации золота: Иван-гора (Ш-6-15), северный склон горы Винча, гора Винча, южный склон горы Винча, Винча-2 (Ш-6-17, 18, 19), Уни-озеро (Ш-6-21), Безымянное (Ш-6-22), северный берег оз. Степаново (Ш-6-23), Степанова Ламба (Ш-6-24), Еловое-1 и 2 (Ш-6-25, 26). **Все пункты минерализации имеют однотипное строение.** Мощность рудных тел изменчива и колеблется от 2–3 до 10–20 м при протяженности от 30 до 400 м. Содержание сульфидов изменяется от 10 до 50%, реже достигает 70%. Минеральный состав рудных зон (%): пирротин – 10–30, пирит – до 20, магнетит – до 10, арсенопирит – до 7, халькопирит – 1, единичные зерна сфалерита и тетраэдрита. В зонах сурьмяно-мышьяковой минерализации увеличивается количество арсенопирита, появляется лёллингит, бертьерит, самородная сурьма, герсдорфит и др. Содержание рудных элементов: As – более 1%, Sb (только в районе оз. Степанова) – более 1%, Pb – до 0,4%, Zn – 0,08%, Cu – до 0,5%, Co – 0,08%, В – 0,1%, Bi – 0,003%, Ag – от 1 до 20 г/т, Au – 0,2–1 г/т.

В районе оз. Степаново закартированы и опробованы субпараллельные или кулисообразно расположенные тела метасоматитов контрастного состава мощностью до 10 м. Краевая часть тел сложена гранат-амфиболовыми породами, тогда как центральная часть представлена гранат-кварцевыми метасоматитами со ставролитом и биотитом. В породе содержатся сравнительно крупные (до 2–4 мм) зерна арсенопирита. Содержание золота до 1,2 г/т.

Пункт минерализации горы Винча (Ш-6-17) представляет собой зону прожилково-вкрапленной минерализации мощностью 10–40 м и тело массивных пирит-арсенопиритовых руд мощностью 0,51 м в амфиболитах. Содержание Au – 0,02–1 г/т, As > 1%, Sb > 1%, Bi – 0,005%, Ag – 20 г/т [246]. Кроме того, на этом участке в одной из проб рыхлых отложений содержание золота составляет 4,8 г/т. В пункте минерализации Еловое (Ш-6-25) в пробах из углеродистых пород содержание золота составляет 2,53 г/т, 0,6 г/т, 0,4 г/т на мощность 1 м. Из 84 шлиховых проб, отобранных на участке Униярви–Еловое, в 12 выявлено золото в количестве от одного до нескольких знаков.

В южной части Тикшеозерского ЗКП известны пункты минерализации золота Хизовара (IV-6-1), Вичаны (IV-6-5), Рухнаволок (IV-6-4), связанные

со среднетемпературными метасоматитами хизоварского комплекса. В районе г. Хизовара и оз. Верхнее исследованы и опробованы мощные зоны интенсивно измененных основных метавулканитов тикшеозерской серии среднего лопия. Зона кварц-кианитовых метасоматитов имеет линзовидную форму длиной до 1 км и мощность 80–100 м. Установлены наложенные процессы мусковитизации и окварцевания, сопровождаемые обильной сульфидной вкрапленностью. Мощность зон интенсивной сульфидизации составляет 1–6 м. Содержание золота до 0,9 г/т.

В северной части Тикшеозерского ЗКП наибольший интерес представляют гора Лисья (Ш-5-8) и участок Ирковара (Ш-5-1). На этих участках сосредоточено наибольшее количество точек золоторудной минерализации, пробы рыхлых отложений с наиболее высокими содержаниями золота (до 7,03 г/т) и элементов-спутников.

В Беломорской складчатой зоне в результате исследований [246, 561] 1990-х годов был выделен ряд объектов золотой минерализации. В пределах Чупинской подзоны известно 15 пунктов минерализации золота с содержаниями от 0,1 до 4,6 г/т и МПГ с содержаниями 0,2–2 г/т, большое количество точечных вторичных геохимических аномалий золота и МПГ в рыхлых отложениях и рудные валуны с содержаниями 0,1–1,0 г/т. В пунктах минерализации золоту и МПГ нередко сопутствуют: серебро – до 8–10 г/т, никель – до 0,39%, медь – до 0,44%, висмут – до 0,54%, иногда мышьяк до – 1%. Большинство из них связано с метасоматитами климовского метасоматического комплекса, представленного различными фациями хизоваритов и пропилитов. Наиболее хорошо они изучены в пределах одноименного ПРУ.

Рудопроявление Климовское (Ш-7-32) в настоящее время является наиболее изученным. Рудная зона проявления Климовское прослежена на расстояние свыше 7 км при ширине 2–3 км. Для зоны характерно кустовое и кулисообразное расположение тел пегматитов и метасоматитов. Состав и фациальная принадлежность метасоматитов разнообразны. Среднетемпературные разновидности представлены кислотными и основными разновидностями хизоваритов, широко распространены скаполитовые разновидности. Зоны наложенной сульфидизации, часто сопряженной с поздним окварцеванием, имеют разнообразный минералогический состав. К ним приурочена благороднометалльная минерализация. Содержания золота в штуфных (Au – до 48,5 г/т) и одной бороздовой (Au – 7,72 г/т; Ag – 21 г/т на 1,0 м) пробах, содержания МПГ от 0,2 до 2 г/т. В низкотемпературных скаполит-хлоритовых метасоматитах выявлены многочисленные минеральные фазы серебра, золота и платиноидов, представленные разнообразными формами сульфоарсенидов, висмутитов и теллуридов. Прогнозные ресурсы Климовской зоны оценены при проведении прогнозно-поисковых работ 13 т МПГ и 6,5 т золота по категории  $P_1$ . Прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  составляют 26 т МПГ и 13 т золота [501].

Аналогичные зоны имеются в пределах Хетоламбинского участка, где отмечены точки с содержаниями золота до 6,5 г/т, а также к востоку и югу от него, на островах Малый Олений, Кереть, на п-ове Каргеш. В последнем имеются точки с содержанием золота свыше 100 г/т [501].

Ряд пунктов минерализации (III-7-12, 14, 16) находятся в районе мыса Песчаный (Кив-губа Белого моря). Здесь преимущественно в амфиболитах были выделены тела гранатовых и амфиболовых метасоматитов, в которых широко проявлена наложенная вкрапленная, гнездово-вкрапленная, реже прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация (фальбанды). Сульфиды представлены пиритом, пирротинном, халькопиритом, реже галенитом и молибденитом. С поверхности фальбанды наблюдаются в виде характерных ржаво-бурых полос с налетами вторичных минералов (медная зелень). Зоны сульфидизации прослеживаются на расстоянии многих десятков и сотен метров. Их мощность варьирует от первых сантиметров до 2–3 м со средним содержанием сульфидов 10–15%. Все фальбанды наблюдаются в полосе длиной до 20 км при ширине 3–5 км. Установлены содержания Au – от 0,1 до 0,93 г/т и Ag – от 1 до 20 г/т.

Золоторудная минерализация в связи с метасоматитами известна на побережье Белого моря, у оконечности Чупинской губы, на мысе Картеш и у оз. Кривое. Рудопроявление Кривое Озеро (Картеш) (III-7-16) представляет собой зону брекчирования и метасоматоза с кварц-серноколчеданной минерализацией по амфиболитам и амфиболовым гнейсам, которая имеет мощность до 20 м, содержание Au – 0,1–0,5 г/т. Золотая минерализация приурочена к жилам сплошных сульфидных руд. Самородное золото присутствует в виде зерен размером от 10 до 100 мкм, иногда до 500 мкм. Преобладающим минералом является пирротин. В подчиненном количестве присутствуют пирит (до 20%) и халькопирит (до 5%).

На Кольском полуострове в пределах листа рудопроявления и пункты золотой минерализации отмечались в ходе съемки масштаба 1 : 50 000 [604, 642] в краевой части Терского зеленокаменного пояса, где они связаны с зонами метасоматоза лопийских сланцев и гнейсов и в Имандра-Варзугской грабен-синклинали. Однако они недостаточно изучены и большая часть проявлений и пунктов минерализации золота не получила достоверной оценки [564]. В пределах центральной части Терского ЗКП и его обрамления на территории листа известно одно рудопроявление – Солёные Озера (II-8-5) и 26 пунктов минерализации золота с содержаниями от 0,01 до 4,6 г/т, большое количество точечных вторичных геохимических аномалий золота в рыхлых отложениях и рудные валуны с содержаниями 0,1–1,0 г/т. В пунктах минерализации золоту нередко сопутствуют: серебро – до 8–10 г/т, цинк – до 0,8%, медь – до 0,56%, иногда мышьяк – до 1%.

Рудопроявление Солёные Озера [582] расположено в западной части площади. В районе рудопроявления развиты метаосадочно-вулканогенные породы солёноозерской свиты. Здесь интенсивно проявлены метасоматиты – карбонатные, альбитовые, кварцевые, хлоритовые, сопровождающие сульфидные руды (вкрапленные, массивные, брекчированные). Повышенные концентрации золота до 12 г/т наблюдаются в сульфидсодержащих углеродистых метасоматитах по алевропелитам и туфам. Прогнозные ресурсы  $P_3$  оцениваются в 10 т [582].

Все золоторудные объекты приурочены к Сергозерскому золоторудному ПРУ. Здесь выделяется ряд протяженных тектоно-метасоматических зон, среди которых наиболее масштабной является Панареченская. К ним

приурочено большинство проявлений и ПМ золота, в частности р. Пана (II-9-25), скважины 51, 52 (II-9-27), Индельский (II-9-29), Ржавая Гора (II-9-30), обн. 2081–2085 (II-9-33). Субмеридиональными и северо-западными разломами сдвигового характера Панареченская зона расчленяется на отдельные фрагменты, протяженность которых измеряется первыми километрами и сложена разнообразными тектонитами по метаандезитобазальтам и андезитам лопийского Терского зеленокаменного пояса. В полосе развития тектонитов наблюдаются многочисленные инъекции пегматитов. Широко распространены среднетемпературные метасоматиты (гранат-кварцевые, гранат-биотитовые), а также низкотемпературные (мусковит-кварцевые, альбитовые, альбит-карбонатные, хлорит-актинолитовые). Весьма интенсивно проявлена графитизация. Местами наблюдаются линзообразные залежи анхимономинеральных черных сажистых пород мощностью до 3 м. Формирование графитизированных пород обычно сопровождается развитием сульфидной минерализации. В результате этого процесса возникают тела своеобразных густоокрапленных углеродисто-сульфидных руд мощностью до 10 м. Обычно с поверхности руды кавернозны, обохрены, охры лимонно-желтого и красновато-кирпичного цвета, повсеместно проявлено прожилковое, гнездовое и жильное окварцевание. Содержания золота достигают 1 г/т на мощность 2,5 м.

Зоны метасоматитов в районе руч. Пурумвуай (правый приток р. Пана), с которыми связан ряд пунктов минерализации (II-9-14, 16, 17, 19, 24, 27), занимают другое структурное положение. Если Панареченская зона находится в области сочленения Терского зеленокаменного пояса и Имандра-Варзугского прогиба, то эти метасоматические тела приурочены к внутренней части прогиба. Они развиваются по метаморфизованным осадочно-вулканогенным породам самингской свиты вепсийского надгоризонта, которые завершают разрез раннего протерозоя территория листа Q-36. По данным предшествующих исследований, породы этой свиты содержат аномальные концентрации золота и серебра (отмечены содержания золота 0,1 г/т). В разрезе свиты выделяются метаалевропелитовые сланцы с маломощными прослойками кварцитов и карбонатных пород, выше прослеживаются метавулканы основного состава с прослоями туфосланцев. Ядерную часть мульдообразной структуры слагают метавулканы и туфы кислого состава (андезидациты и риодациты) и туфогенные кварц-серицитовые сланцы. По структурно-вещественным особенностям в междуречье Саминга и Пана выделяется уникальная вулcano-тектоническая структура, перспективная на благороднометалльное оруденение. Проведенные работы показали наличие в разрывных дислокациях брекчий с кварц-карбонатным цементом и низкотемпературных метасоматитов пропилит-березитового ряда с содержаниями золота 0,01–1,5 г/т.

Повышенные содержания золота (комплексные рудопроявления уч. «22-й км» (I-7-70), скв. 315 (I-7-71), Известковый Карьер (I-7-79) установлены южнее Хибин в метасоматически измененных породах ильмозерской свиты, испытавших катаклаз, рассланцевание, окварцевание, хлоритизацию, содержания золота колеблются от 0,15 до 0,3 г/т [564, 576, 588].

**Платина и элементы платиновой группы (ЭПГ).** Многочисленные объекты платиновой минерализации сосредоточены в расслоенных интрузиях перидотитов–габброноритов панско-мончегорского комплекса. В 2008 г. были утверждены и поставлены на баланс запасы четырех новых месторождений: Вуручайвенч, Федорова Тундра, Киевей, Чуарвы Восточное. Первое из них связано с Мончегорским плутоном, остальные с расслоенными интрузиями Панско-Федоровских тундр (Мончегорский РУ, Панско-Федоровотундровский благороднометалльный РУ). Кроме того, известно семь рудопроявлений ЭПГ и многочисленные пункты минерализации, связанные с интрузиями панско-мончегорского, олангского и куземского комплексов. Самостоятельные объекты платиноидов относятся к платинометалльной мафит-ультрамафитовой формации. На территории листа рудные концентрации ЭПГ известны также в ассоциации с никелевыми и медно-никелевыми рудами. В Мончегорском рудном узле повышенные содержания ЭПГ (платины, палладия, родия, рутения) установлены в месторождениях сульфидных медно-никелевых руд НКТ, Сопчуайвенч, Ньюдуайвенч во всех типах руд и варьируют от 0,6 до 22 г/т [490].

Месторождение Федорова Тундра (I-9-16) (Федоровотундровское) расположено в 80 км к востоку от г. Апатиты, в 58 км на юго-восток от районного центра с. Ловозеро. Оно локализовано в пределах одноименной расслоенной интрузии в такситовых норитах и габброноритах краевой зоны, а также в вышележащих расслоенных породах норитовой и габброноритовой зон, где сульфидная минерализация находится в рассеянном состоянии и в виде обогащенных сульфидами линз. Протяженность сульфидоносной зоны в пределах Федоровотундровской интрузии превышает 10 км, а ее ширина в плане достигает 1 км. В период с 2003 по 2008 г. ЗАО «Федорово Рисорсес» выполнило разведку месторождения Федорова Тундра. В 2007 г. на Государственный баланс были поставлены запасы одного из участков месторождения – Большой Ихтегипахк. За 2007–2008 г. ЗАО «Федорово Рисорсес» провело интенсивные дополнительные работы и исследования, которые позволили практически удвоить ранее утвержденные запасы за счет вовлечения в подсчет второго участка Пахкварака и прироста запасов на флангах участка Большой Ихтегипахк. Главным рудным объектом является участок Большой Ихтегипахк, расположенный в восточной части массива Федорова Тундра. Месторождение представлено основной рудной залежью и верхней зоной рудных линз. Основная залежь включает 97% запасов всего месторождения. Средняя мощность линз 11 м. Содержание платины составляет в среднем для участка Большой Ихтегипахк 0,27 г/т, палладия – до 1,14 г/т, для участка Пахкварака – 0,25 и 1,01 г/т соответственно. Отношение Pd/Pt колеблется от 2,0 до 35,6. Малосульфидное рассеянно-вкрапленное оруденение представлено халькопирит-пентландит-пирротиновой ассоциацией. Минералы платинометалльной группы представлены котульскитом, бреггитом и меренскиитом. Второстепенными являются – мончеит, висоцкит, соболевскит, стиллоутерит, сперрилит и золото.

Утвержденные запасы составляют: А+В+С<sub>1</sub> – 173 541 тыс. т руды (238 т платиноидов), С<sub>2</sub> – 86 964 тыс. т руды (109,9 т платиноидов);

забалансовые запасы утверждены в количестве 15 823 тыс. т руды (18,5 т платиноидов) [165].

Месторождение планируется обрабатывать двумя карьерами с общей годовой производительностью не менее 12 млн т руды в год. Руда будет перерабатываться на обогатительной фабрике флотационным методом. Конечным продуктом фабрики будет являться флотоконцентрат, содержащий медь, никель, золото, платину и палладий и подлежащий дальнейшей металлургической переработке и аффинажу.

Месторождение Киевей (I-9-14), выявленное в результате поисковых работ в 1991–1999 гг., находится в 120 км к востоку от г. Апатиты в средней части Западно-Панского массива. Характерной чертой строения этого массива является наличие двух расслоенных горизонтов – нижнего и верхнего. Месторождение Киевей приурочено к нижнему расслоенному горизонту (НРГ). Горизонт залегает в 600–800 м выше подошвы массива. Он фиксируется появлением маломощных слоев норитов, пироксенитов, лейкократовых пятнистых габбро и анортозитов среди чередующихся разнотекстурных габбро-норитов и габбро. Мощность НРГ в среднем составляет 46 м, при угле падения 30° в южном направлении.

Сульфидная и платинометалльная минерализация наблюдается в нижней и средней частях разреза НРГ. Мощность рудной зоны составляет 3–15 м. Рудная минерализация наблюдается в интерстициях между зернами во всех породах нижнего расслоенного горизонта. Мощность сульфидоносных пород изменяется от первых см до 2–3 м. Выделяются две рудные залежи – Основная и менее выдержанная – Верхняя. Малосульфидные руды месторождения не имеют выраженных границ, поэтому рудные контуры выделяются по результатам опробования. Основными полезными компонентами руд являются палладий, никель, платина и медь. Мощность Основной рудной залежи изменяется от 0,14 до 6,48 м, в среднем 1,73 м. Содержание платины составляет 0,479 г/т, палладия – 3,172 г/т. Руды палладиевые, соотношение Pd/Pt – 6,7.

Главными минералами в составе малосульфидных руд являются халькопирит, пентландит и пирротин. Наряду с пентландитом главными концентраторами ЭПГ являются их собственные минералы. Концентраторами палладия вместе с пентландитом являются котульскит, висоцкит, меренскиит, брэггит; платины – мончеит, брэггит, меренскиит, висоцкит; золота – золото-серебряные сплавы. Устанавливается тесная пространственная связь платиновых минералов с сульфидами (до 80% рудных зерен). Морфология зерен платиноидов разнообразна. Наблюдаются как идиоморфные кристаллы минералов ЭПГ, так и ксеноморфные зерна и каемчатые обособления. Внутреннее строение зерен блочное, зональное. В сильно измененных разновидностях руд в составе руд появляются арсениды ЭПГ, увеличивается относительная доля арсенида платины – сперрилита. Утвержденные запасы на 1.01.2009 г. составляют: А + В + С<sub>1</sub> – 1787 тыс. т руды и 6,5 т платиноидов [165].

Месторождение Чуарвы Восточное (I-9-20) было изучено в восточной части Панской интрузии в результате работ 1995–2002 гг. В 2004–2006 гг. произведены оценочные работы и подсчет запасов. Это месторождение

относится к малосульфидному платинометалльному типу. Оно состоит из основной залежи и 10 рудных линз. В основной залежи и рудной линзе № 9 сосредоточено 97% запасов. Параметры основной залежи: протяженность по простиранию 1200 м и по падению более 500 м. Залежь линзовидная с раздувами и пережимами, крутонаклонная.

В составе малосульфидных руд главными сульфидными минералами являются пирротин, халькопирит и пентландит. Средние содержания платины и палладия составляют 2,43 (до 17,2) и 5,16 (до 67, 49) г/т соответственно. Утвержденные запасы месторождения определяются по категориям А + В + С<sub>1</sub> в количестве 356 тыс. т руды и 2,4 т платиноидов. По состоянию на 1.01.2009 г. на площади Панского массива учтено 100 т ресурсов ЭПГ категории Р<sub>2</sub> [165].

Эпигенетический тип Pt-Pd минерализации, характерный для массивов Панско-Федоровых тундр, локализован в зонах метасоматической переработки северо-восточного простирания по интрузивным породам, где обнаруживаются высокие концентрации ЭПГ (до 600 г/т) [598]. Метасоматиты по перидотитам представлены тремолитовыми, тальковыми и тальк-актинолит-хлоритовыми пропилитами, по пироксенитам и габброноритам в большей степени проявлены амфибол-хлоритовые, биотитовые, эпидотовые пропилиты. Сульфидная минерализация представлена пиритом и пирротинном. Этот тип руд характерен для всех комплексных рудопроявлений Панско-Федоровотундровского потенциального рудного узла.

Месторождение малосульфидных платинометалльных руд Вуручайвенч находится в непосредственной близости от г. Мончегорск, в 3–5 км от промплощадки комбината «Североникель». Оно локализовано в габброноритах краевой части массива Нюд-Поаз, входящего в состав Мончегорского plutона. Вертикальная мощность габброноритов 600–700 м. Серий сбросов и взбросов месторождение разбито на блоки. Рудные тела представлены пластообразными залежами и уплощенными линзами, не имеющими четких очертаний. Основные запасы сосредоточены в рудном теле № 1, приурочены к обогащенному сульфидной вкрапленностью слою мощностью от 0,5 до 10–20 м. Протяженность по простиранию 1200 м, по падению – 720 м.

Малосульфидные благороднометалльные руды имеют относительно постоянный состав. Оруденение связано с собственными минеральными формами благородных металлов и с примесями палладия и родия в сульфидах цветных металлов. Средние содержания платины – 0,566 г/т, палладия – 3,25 г/т. Утвержденные запасы: А + В + С<sub>1</sub> – 1047 тыс. т руды и 3996 кг платиноидов, С<sub>2</sub> – 9373 тыс. т руды и 30 228 кг платиноидов [165].

Благородные металлы, в том числе и платиноиды, извлекались из руд при разработке медно-никелевых жил НКТ. Высокие содержания платиноидов (до 78 г/т Pt + Pd) в существенно медных жилах НКТ известны со времен освоения месторождения, однако извлечение их считалось нерентабельным. В последнее время перспективность медных руд НКТ пересмотрена, на них ведутся поисковые работы комбинатом АО «Североникель». Ресурсы ЭПГ оценены в 210 т по категории Р<sub>1</sub> при среднем содержании суммы ЭПГ 21 г/т [165].

В зоне юго-восточного контакта Мончегорского плутона в габброноритах установлен малосульфидный тип платинометалльного оруденения, представленный котульским, меренским, сперрилитом, холингвортитом, платарситом, ирарситом, минералами состава  $Pd_3As$ ,  $(Pd,Hg,Au)_3As$ , платиновым герсдорфитом, электрумом в ассоциации с вкрапленным сульфидным оруденением (пункты минерализации I-6-20, 29). Содержание сульфидов от 1–3 до 10%. Содержание платины достигает 1,07 г/т, палладия – 6,29 г/т при соотношении  $Pt/Pd = 1/5,5$ . Оруденение тяготеет к горизонтам габброноритов с обособлениями плагиоклазитов. Малосульфидное платинометалльное оруденение установлено также в северо-восточной части массива. Рудопоявление Мончетундровское (I-6-23) и пункты минерализации (I-6-5, 9, 13, 15, 19, 20, 21) группируются в зону протяженностью более 10 км, для которой определены прогнозные ресурсы категорий  $P_2 + P_3$ , составляющие 100 т платины, 50 тыс. т никеля. Содержание платиноидов 1–4 г/т, в отдельных пробах до 7 г/т, золота до 0,6 г/т [490].

С олангским перидотит-пироксенит-габброноритовым комплексом расслоенных массивов связаны рудопоявления ЭПГ Западное (III-4-10), Надежда (III-4-11), Восточное (III-4-12) и Кивакка (III-4-31). Все они входят в состав Олангского платинометалльного ПРУ. Указанные рудные объекты расположены в 65 км к северо-западу от г. Кестеньга. Рудопоявление Надежда приурочено к пластовому телу микрогабброноритов массива Луккулайсвара в габброноритовой зоне плутона и залегающему субсогласно его расслоенности с крутым падением на север [326, 569, 605]. Протяженность микрогабброноритов 5 км, его мощность изменяется от 50 м на флангах до 120–140 м в центральной части. Тело микрогабброноритов прослежено на глубину на 300 м. Здесь установлено три рудных крутопадающих тела пластообразной формы субширотного простирания, длиной от 100 до 615 м, мощностью 0,4–2,3 м.

Минеральный тип оруденения – пентландит-халькопирит-пирротин с золотом и платиноидами. Наиболее богатая платинометалльная с неравномерным распределением оруденения связана с шлировидными обособлениями пегматоидных бронзититов, норитов и анортозитов, распространенных в теле микрогабброноритов. Сульфидная минерализация шлиров представлена минеральными ассоциациями: борнит–миллерит–халькопирит, борнит–миллерит–пентландит, пентландит–халькопирит–пирротин, халькозин–борнит–халькопирит. Второстепенные минералы – сфалерит, клаустолит, галенит и др. Минералы платины наиболее часто локализованы в халькопирите. Установлено более 25 минеральных фаз платиноидов. Электрум и самородное золото образуют мелкие мономинеральные включения в халькопирите или в порообразующих минералах.

Другой тип рудной минерализации наблюдается в метасоматически измененных плагиоклазитах, лейкократовых габброноритах экзоконтактных зон микрогабброноритов. Породы верхнего (северного) экзоконтакта образуют зону повышенных концентраций платиноидов небольшой мощности и протяженности с содержаниями около 1,5–2,0 г/т. Зона максимальной концентрации платиновых металлов (до 20 г/т) приурочена к нижнему эндо-экзоконтакту микрогабброноритов и характеризуется неравномерным

распределением оруденелых и безрудных участков. Высокие концентрации платиноидов (до 20 г/т) наблюдаются в шпировом медно-никелевом оруденении пегматоидных плагиопироксенитов. Содержания рудных компонентов: Pt – 0,68–3,22 г/т, Pd – 4,03–14,1 г/т, Rh – до 0,027 г/т, Au – 0,02–0,52 г/т, Ni – 0,13–0,44%, Cu – 0,25–0,77%, Co – 0,004–0,01%.

Суммарные ресурсы  $P_1 + P_2$  двух рудных тел платины и палладия до глубины 300 м оцениваются в 6,82 т. В том числе платины – 1,35 т, палладия – 5,47 т. Содержание платины достигает 3,22 г/т, палладия – 14,68 г/т. Прогнозные ресурсы экзоконтактных зон микроабброноритов  $P_1 + P_2$  до глубины 300 м оценены в 6,36 т, в том числе платины – 1,23 т, палладия – 5,13 т [326]. В настоящее время [326] определены на рудопроявлении Надежда запасы  $C_2$  платины, палладия и золота в количестве 7,6 т при среднем содержании суммы благородных металлов 4,3 г/т. Прогнозные ресурсы ЭПГ и золота массива Лукклуйсвара оцениваются в 168,5 т при содержании суммы благородных металлов 1,7–4,3 г/т, в том числе по категории  $P_1$  – 23,2 т,  $P_2$  – 31,3 т,  $P_3$  – 114,0 т [326].

Повышенные концентрации платиноидов отмечаются в никелевых рудопроявлениях, приуроченных к мелким массивам основных–ультраосновных пород в пределах Чупинского сегмента Беломорского складчатометаморфического пояса (Ковдозерское (II-5-9), Тридцатка (II-6-12), руч. Глубокий (II-6-15), руч. Тупой (III-6-1). На всех этих объектах отмечаются как синегенетическая благороднометалльная минерализация, так и зоны метасоматической переработки с эпигенетическими рудами. Минерализация платиноидов тяготеет к приконтактовым зонам с убогой вкрапленностью сульфидов, к зонам контрастного переслаивания мафитов и ультрамафитов. Повышенные содержания ЭПГ нередко сопровождаются повышенными значениями Cu, Ag, Au. Отношение Pt/Pd в среднем 1:3 [569].

## НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

### ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЁ

**Пирит, пирротин (серный колчедан).** На территории листа известно одно крупное месторождение серных колчеданов Парандовское (VI-8-16) [665], малое месторождение Тахтарвумчорр (I-7-50), семь рудопроявлений [490, 576, 588] и ряд пунктов пиритовой и/или пирротиновой минерализации. Последние вынесены на карту главным образом в северо-восточной, малоизученной части листа как возможный поисковый признак на рудные объекты металлов (в первую очередь – золота). Все рудные объекты относятся к серноколчеданной рудной формации.

Серноколчеданные руды входят также в состав девяти рудопроявлений и двух пунктов минерализации в ассоциации с золотом, медью, железом, графитом. Эти рудопроявления, как правило, приурочены к зонам метасоматитов ниемиярвинского метасоматического комплекса, в которых интенсивно проявлены кислотные фации с предшествующими пропилитами и/или среднетемпературными основными метасоматитами.

Парандовское месторождение приурочено к образованиям Парандовского зеленокаменного пояса верхнего архея. Месторождение находится в 15 км к северо-западу от ст. Кочкома (VI-8-16). Район месторождения сложен лопийскими мелкозернистыми, гранатовыми, миндалекаменными амфиболитами и породами рудного горизонта. В состав последнего входят мраморизованные известняки, известковистые кварциты, кремнистые и дацитовые метатUFFиты, графитистые сланцы. Эти образования слагают опрокинутую антиклинальную складку с крутыми крыльями и пологим погружением шарнира в юго-восточном направлении.

Рудные тела залегают субсогласно с вмещающими породами разнообразного состава. Они имеют простирание СЗ 315–330° и падение на юго-запад под углами 75–85°. Рудные залежи непосредственно контактируют с линзообразными телами кварцитов (возможно метасоматического происхождения), мраморами, тальк-хлоритовыми, графитистыми сланцами и разнообразными порфиروبластическими породами. Порфиробласты представлены преимущественно кристаллами роговой обманки, а также граната, биотита, карбоната. Основная масса пород представлена кварц-полевошпатовым агрегатом с хлоритом, карбонатом и биотитом. Размещение порфиروبластических пород и сопряженных с ними метасоматитов и руд контролируется зонами рассланцевания.

Рудные залежи месторождения имеют преимущественно линзообразную форму и представлены шестью крутопадающими линзами. Иногда наблюдаются сложные по своей морфологии залежи с пережимами по простиранию, с расщепленными концами и значительными раздувами [424]. Длина линзообразных рудных тел меняется от 50 до 500 м, мощность в среднем от 5 до 8 м, 17 м.

Рудные тела образованы массивными пиритовыми рудами, в которых наблюдаются реликты графитистых сланцев, известковистых пород и кварцитов. В графитистых сланцах встречаются первичные вкрапленные пиритовые руды, имеющие постепенные переходы к массивным. На флангах и в местах выклинивания рудных тел распространены более поздние пирит-пирротиновые и пирротиновые руды. Текстура руд массивная, полосчатая, реже вкрапленная, структура мелко-среднезернистая. В рудах наблюдаются повышенные содержания золота – 0,06–0,6 г/т и серебра – до 80 г/т [327]. Содержание пирротина в рудах достигает 80–90%. Для пирротиновых залежей характерны реакционные текстуры и структуры замещения пиритовых руд. Формирование пирротина сопровождалось окварцеванием, серицитизацией и другими гидротермально-метасоматическими изменениями метаморфических пород.

Парандовское месторождение может использоваться в качестве источника сырья для целлюлозно-бумажной и серноокислотной промышленности, имеет значительные запасы руд и расположено близко к транспортным магистралям и потенциальным потребителям. Балансовые запасы по категориям А + В + С<sub>1</sub> составляют 12 218 тыс. т руды и 4666 тыс. т серы.

Месторождения Тахтарвумчорр (I-7-50), рудопоявления Пирротиновое Ущелье (I-7-66), Ловчорское (I-7-67) приурочены к зоне экзоконтакта Хибинского плутона с ороговикованными вулканитами ильмозерской

свиты [490]. Рудные тела представляют собой насыщенные пирротином и пиритом пироксен-плаггиоклазовые роговики, рассланцованные метабаза-льты, графитизированные хлорит-альбитовые сланцы и образуют сложные линзообразные залежи протяженностью от 30 до 1500 м, мощностью до 17 м. Текстура руд брекчиевидная, сетчато-брекчиевидная, массивная. Содержание серы в руде от 5,28 до 29%. В проявлении Ловчоррское установлено содержание палладия 0,3 г/т [490]. Суммарные запасы категорий А + В + С<sub>1</sub> по всем проявлениям составляют 3839 тыс. т. Все проявления разведаны, запасы не утверждались.

**Барит.** На территории листа баритовая минерализация проявлена слабо и принадлежит к баритовой жильной формации. На карте показано рудопоявление Салланлатвинское (П-3-10), связанное с поздними сидеритовыми и анкеритовыми карбонатитами Салланлатвинского массива щелочно-ультраосновных пород и карбонатитов палеозойского возраста. Содержание барита в карбонатитах составляет 11,8–13,8% [567].

### МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

**Апатит.** На площади листа известно 27 объектов с апатитовым ору-денением, преимущественно расположенных в пределах Хибинского и Ковдорского рудных узлов. Хибинский рудный узел объединяет десять месторождений, а также многочисленные проявления и пункты минерализации апатита апатит-нефелиновой редкоземельно-редкометалльной рудной формации в щелочных интрузиях. Крупнейшие комплексные месторождения апатит-нефелиновых руд пространственно и генетически приурочены к Хибинскому плутону и занимают ведущее место в структуре сырьевой базы и добычи фосфатов в России. На сегодняшний день балансовые запасы месторождений, сосредоточенных в Хибинском рудном узле, составляют 481 млн т Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>.

Все известные здесь месторождения и проявления, а также большая часть пунктов минерализации сосредоточены в рудной зоне, имеющей форму кольца шириной от 1 до 8 км, расположенной в пределах площади развития пород второй фазы плутона [490]. По составу комплексные апатит-нефелиновые руды (АНР) Хибинских месторождений представляют минеральную ассоциацию апатита, нефелина, эгирина, сфена, титаномагнетита. По содержанию Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> руды делятся на богатые – более 15% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, средние – 15–10% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> и бедные – менее 10% Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>. Для всех залежей руд наблюдается общая тенденция снижения содержания Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> с глубиной [490]. Все месторождения и проявления в пределах Хибинского рудного узла традиционно группируются в три рудных поля: Северное, Юго-Западное и Юго-Восточное.

Северное рудное поле включает месторождения Партомчорр (I-7-13), Кузьлпорр (I-7-17) и проявление Валехахк (I-7-11). Для этой группы рудных объектов характерно развитие многоярусных рудных зон с бедными апатит-нефелиновыми рудами. Наиболее крупным объектом является месторождение Партомчорр. В общем балансе запасов Хибинских месторождений

руды Северного рудного поля составляют 12% запасов. Месторождение Партомчорр детально разведано, подготовлено к эксплуатации и находится в резерве. Представлено тремя рудными телами, образующими рудную зону протяженностью 6 км, шириной 100–150 м, северо-восточного простирания.

Рудные тела апатит-нефелинового и нефелин-apatитового состава обогащены сфеном, титаномagnetитом и разделяются безрудными прослоями уртитов. Основные запасы месторождения сосредоточены в двух верхних телах, представленных сфен-apatитовыми, апатит-нефелиновыми рудами и апатитоносными йолитами и уртитам. Содержание  $P_2O_5$  в среднем по месторождению 7,5%, запасы по категориям А + В + С<sub>1</sub> 748,4 млн т руды, 56,1 млн т  $P_2O_5$ ; по категории С<sub>2</sub> – 129,1 млн т руды, 9,6 млн т  $P_2O_5$ , 877 447 тыс. т сфена, 30 430 тыс. т  $TiO_2$  при содержании  $TiO_2$  3,47% [157].

Месторождение Куэльпорр детально разведано и представлено одним линзовидным рудным телом длиной 2 км, шириной в плане 300–500 м, мощностью в центральной части до 50–70 м. Содержание  $P_2O_5$  в верхней части рудного тела 15–20%, в нижней – 8–10%, среднее содержание  $P_2O_5$  – 10,38%. Запасы, отнесенные к забалансовым, составляют 43,8 млн т руды, 4,6 млн т  $P_2O_5$ .

Юго-Западное рудное поле включает в себя шесть месторождений апатит-нефелиновых руд: Снежный Цирк (I-7-28), Кукисвумчорр (I-7-47), Юкспор (I-7-48), Эвеслогчорр (I-7-56), Апатитовый Цирк (I-7-54), Плато Расвумчорр (I-7-55). Из них все, кроме месторождения Эвеслогчорр, являющегося резервным, разрабатываются. Они приурочены к геологически единому телу апатит-нефелиновых руд, прослеженному по простиранию на 12 км, осложненному резкими раздувами и пережимами.

Простирание залежи меняется от широтного до северо-западного, падение к центру массива под углом 30–35°, мощность залежи от 10 до 300 м, в среднем 65 м, по падению залежь прослежена до глубины 2,0 км, с глубиной отмечается уменьшение ее мощности. По содержанию  $P_2O_5$  залежь делится на верхнюю зону богатых руд мощностью 20–80 м с содержанием  $P_2O_5$  10–28% и нижнюю зону бедных руд мощностью 100–150 м с содержанием  $P_2O_5$  от 10–12% до 18–19%.

Вмещающие залежь породы представлены: со стороны висячего бока – рисчорритами и йолит-уртитам, со стороны подошвы – массивными уртитам. Контакты рудных тел с вмещающими породами постепенные, их границы проводятся по содержанию  $P_2O_5$ . В месторождениях Юго-Западного рудного поля сконцентрированы 50% запасов всех Хибинских месторождений; в сумме они составляют 1927,2 млн т руды, 281,5 млн т  $P_2O_5$  категорий А + В + С<sub>1</sub> [157]. Кроме апатита, по месторождениям Кукисвумчорр и Юкспор учтены запасы  $TiO_2$  в количестве 10 310 тыс. т, находящегося в сфене, запасы  $TR_2O_3$ , содержащиеся в апатите месторождений Плато Расвумчорр и Апатитовый Цирк, и запасы  $Nb_2O_5$ , содержащегося в сфене месторождения Кукисвумчорр [490]. Остальные месторождения Хибинского массива (Олений Ручей, I-8-26; Коашвинское, I-8-24; Ньоркпахкское, I-8-25) входят в состав Юго-Восточного рудного поля.

Апатитовые руды апатит-редкометалльно-редкоземельно-магнетит-карбонатитовой рудной формации, входящие в состав Ковдорского комплексного апатит-железородного месторождения, описаны в разделе «Железо». С другими массивами щелочных и щелочно-ультраосновных пород связаны малое месторождение Вавнбед (I-9-2) [507] в Ловозерском массиве, рудопроявления Вуориярви (II-4-6) [567] и Турий (III-8-2) [632] в одноименных интрузиях, также Восточно-Карбонатитовое (III-5-25) в Ельтьозерском массиве щелочных габброидов [607], апатит-редкометалльно-редкоземельной щелочно-габброидной формации. В Ельтьозерской группе массивов щелочных габброидов и карбонатитов выделяются три геолого-промышленных типа руд: апатит-ильменит-титаномагнетитовые руды в габброидах Ельтьозерского массива, апатит-карбонатные руды в карбонатитах, апатит-силикатные руды в гипербазитах и щелочных габброидах. Для рудных объектов определены прогнозные ресурсы категории  $P_1 + P_2$  [327].

## КЕРАМИЧЕСКОЕ И ОГНЕУПОРНОЕ СЫРЬЁ

**Кварц и пески стекольные.** На карте показано пять месторождений, одно проявление кварца и одно месторождение стекольных песков (Гольцовское, I-7-87). Часть из них связана с пегматитовыми полями и локализуется в осевых частях пегматитовых жил, входящих в состав месторождений мусковита и керамических пегматитов (непрозрачного кварца пегматитовая формация). К этому типу относятся Риколатвинское (I-5-7), Тэдино (III-6-9), Станционное (III-7-7), Хетоламбинское (III-7-8), Малиновая Варака (III-7-22), Плотина (III-7-37), Слюдяной Бор (VI-8-6), Роза Ламби (VI-8-1). В этом случае кварц является составной частью комплексных месторождений, которые описаны в разделах «Мусковит» или «Пегматиты керамические». Месторождения Перчатка (I-4-10), Алакуртинское (II-4-3) связаны с кустами кварцевых жил (непрозрачного кварца жильная формация).

Среднее месторождение Перчатка расположено в 40 км юго-западнее от железнодорожной ст. Ковдор, в 4 км западнее горы Перчатка [295]. Кварцево-жильная зона северо-восточного простирания содержит три сближенных кварцевых тела. Вмещающие гнейсы беломорского комплекса подверглись окварцеванию, серицитизации, хлоритизации, эпидотизации. Мощность зон 0,5–1,5 м. Кварцевые жильные тела залегают согласно среди биотитовых гнейсов и амфиболитов с четкими контактами, окружены зонами околожильных изменений.

Месторождение стекольных песков Гольцовское (I-7-87) [328] расположено в 1,5 км к югу от железнодорожной ст. Имандра Октябрьской ж. д., занимает дельту р. Гольцовка, образованную из вынесенных рекой продуктов разрушения пород Хибинского массива. Дельтовые нефелин-полевошпатовые отложения голоценового возраста представлены материалом различной крупности – от песков до валунов. Средняя мощность полезной толщи 4,07 м, вскрыши (почвенно-растительный слой) – 0,02 м. По химическому составу нефелин-полевошпатовые отложения однородны. Среднее содержание компонентов (%):  $\text{SiO}_2$  – 55,68;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 21,95;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4,10;

$R_2O_3$  – 13,69; CaO – 1,69, MgO – 0,59;  $TiO_2$  – 0,94. Более чем на 83 % они состоят из полевых шпатов и нефелина. Запасы подсчитаны на площади 20 га и по категории А + В +  $C_1$  составляют 2103 тыс. т на 1998 г. Прирост запасов возможен за счет разведки участков на восточном берегу оз. Имандра.

**Пегматит керамический.** Керамическое сырье связано с пегматитовыми образованиями формации керамических пегматитов, широко развитыми в пределах территории листа. Выделяются два основных пегматит-мусковитовых рудных района: Чупинский и Енский, входящие в состав Беломорской пегматит-мусковитовой МЗ. Первый является наиболее крупным пегматитоносным районом Европейского Севера России и единственным промышленно-слюдоносным районом Карелии. В настоящее время в Чупинском районе известно более 2000 пегматитовых жил. Енский район является главнейшим пегматит-мусковитоносным районом Мурманской области.

Практически все крупные пегматитовые месторождения, независимо от формационной принадлежности, являются комплексными и имеют утвержденные запасы мусковита, полевошпатового сырья и кварца. Пегматитовые жилы залегают в породах беломорского комплекса. Распределение жил неравномерное; обычно они встречаются кустами. Выделяются пластообразные или пластово-секущие жилы (преобладающие в Енском рудном районе) и секущие (почти все жилы Чупинского района). Форма жил разнообразная; встречаются крутопадающие линзы с многочисленными раздувами и пережимами, пластообразные и плоские, корытообразные залежи и др. Размеры жил колеблются от 10–20, до 300–500 м в длину, при мощности от 1 до 20 м. По падению жилы, как правило, прослеживаются на 25–50 м, реже 100 м и более. Среди пегматитовых жил выделяются жилы дифференцированные и недифференцированные. В Чупинском районе наблюдаются оба типа жил, в Енском же преобладают недифференцированные [357].

Минералогический состав пегматитов довольно однообразен. В них присутствуют плагиоклаз, мусковит, кварц, микроклин, биотит, турмалин, апатит и гранат. Для жил Чупинского района характерно наличие в них турмалина (шерла) и редкоземельных минералов (ортит, монацит, уранинит, гуммит, циртолит). Последние встречаются в очень небольшом количестве.

К керамическим пегматитам относятся жилы, содержащие как отдельные кристаллы полевого шпата и кварца, так и их агрегаты – собственно пегматит. В данную группу включены месторождения, ведущим полезным ископаемым в которых является полевошпатовое сырьё, а кварц и мусковит добываются как сопутствующие. Всего на территории Чупинского района разведано 17 месторождений. Девять из них состоят на балансе и показаны на карте.

Наиболее типичным и хорошо изученным месторождением кварц-полевошпатового сырья является Хетоламбинское (III-7-8) [246]. В пределах контура месторождения располагается девять участков. Среди них выделяется Главная жильная зона протяженностью 6 км от оз. Сенног на

севере до оз. Ивлево на юге. Мощность зоны от 0,8 до 1,7 км. Зона объединяет более 300 дифференцированных пегматитовых жил, образующих пять кустов, залегающих кулисообразно. Среди них выделяется 38 промышленных жил средней протяженностью от 100–150 до 500 м при мощности 10–25 м. Жилы представляют собой плитообразные и линзовидные тела с крупными апофизами. К востоку от Главной жильной зоны на расстоянии около 3,5 км залегают пегматитоносная зона Узкое–Хетолабино. В её осевой части залегают наиболее крупные, слабо дифференцированные керамические жилы. Зона состоит из двух кустов промышленных и непромышленных жил, отстоящих друг от друга на расстоянии около 200 м. Куст промышленных жил имеет протяженность около 1 км, при мощности 400 м. Длина отдельных жил колеблется от 140 до 300 м, мощность 15–20 м.

Минеральный состав промышленных пегматитовых жил на Хетолабинском месторождении представлен (%) микроклином (65–95), плагиоклазом (1,5–10), кварцем (2–11), мусковитом (0,1–1,5). Второстепенные и акцессорные минералы: магнетит, сфен, циркон, кианит, анатаз, турмалин, гранат, ортит, монацит. Содержание основного керамического сырья – микроклина и микроклинового пегматита составляет 28–76% от общей пегматитовой массы.

Балансовые запасы месторождения по состоянию на 1.01.1999 г. (тыс. т): категории  $A+B+C_1$  – 1114,  $C_2$  – 549 [166]. Попутными полезными ископаемыми на месторождении Хетолабино являются кварц и листовый мусковит. Балансовые запасы кварца (тыс. т): категорий  $A+B+C_1$  – 34,  $C_2$  – 13, забалансовые запасы – 41 тыс. т [160]. Балансовые запасы мусковита листового: категорий  $A+B+C_1$  – 306 т,  $C_2$  – 353 т, забалансовые запасы – 3640 т [164].

Попутно с полевошпатовым сырьем на пегматитовых месторождениях добывается кварц, являющийся сырьем для керамической и фарфорово-фаянсовой промышленности. Как правило, блоки кварца приурочены к осевым частям дифференцированных жил. По данным эксплуатационных работ ГОКа «Карелслюда», выход кварца составляет до 10% от объема жильной массы, при среднем выходе около 5%.

Детально разведаны на кварц восемь месторождений: Хетолабинское (III-7-8), Малиновая Варака (III-7-22), Плотина (III-7-37), Тэдино (III-6-9), Карельское (III-6-16), Станционное (III-7-7), им. Чкалова (III-7-29) и Слюдозеро (III-7-38). Балансовые запасы по ним по состоянию на 1.01.2008 г., составляют (тыс. т): по категориям  $A+B+C_1$  – 135,748,  $C_2$  – 325,94. Кроме того, учтенные забалансовые запасы кварца равны 45,617 тыс. т [246].

Для получения особо чистого кварца на тех же месторождениях добывается жильный молочно-белый кварц. Балансовые запасы молочно-белого кварца учтены по месторождениям Малиновая Варака, Плотина и Слюдозеро и составляют 2905,9 тыс. т жильной массы, в т. ч. по категории  $C_1$  – 1840,2 тыс. т,  $C_2$  – 1065,7 тыс. т [160].

В Енском рудном районе на балансе числятся крупные месторождения Отрадное (I-4-1), Курувара (I-5-6), Риколатвинское (I-5-7). Первое из

них включено в Государственный резерв, остальные эксплуатируются. Месторождение Куруваара (I-5-6) расположено на горе Курувара, в 7 км севернее разъезда Кох [446]. Пегматитовые жилы залегают среди мигматизированных биотитовых гнейсов. На площади 0,5 км<sup>2</sup> известны 122 пегматитовые жилы. Их длина колеблется от 10 до 200 м, в единичных случаях достигая 700 м; мощность 0,5–10, чаще 3 м. Жилы секущие, реже пластовые. Форма жил неправильная, с раздувами и пережимами.

Пегматит плагиомикроклиновый, графической, пегматоидной и блоковой структуры. Из загрязняющих примесей в нем присутствуют биотит, магнетит и гидроокислы железа, в зависимости от содержания которых выделяются чистые (с содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 0,2%) и загрязненные разновидности. Выход чистых разновидностей пегматита, не требующих обогащения, колеблется от 10–30 до 90%, составляя в среднем по месторождению 36,3%; остальная часть пегматита нуждается в обогащении.

Чистые разновидности, а также обогащенный пегматит по близине спеков являются сырьем I и II сорта, пригодным для тонкокерамической и стекольной промышленности. Химический состав чистого микроклина и микроклинового пегматита отвечает всем требованиям ГОСТ 7080-54 на тонкую керамику. Состав чистого плагиоклазового и плагиомикроклинового пегматита удовлетворяет ТУ-169-54 для стекольной промышленности. Балансовые запасы, утвержденные ГКЗ, составляют по категориям А + В + С<sub>1</sub> – 18 млн т, С<sub>2</sub> – 14,2 млн т; забалансовые запасы – 8562 тыс. т [166].

Пегматиты южного фланга Беломорской пегматитовой МЗ в районе г. Беломорск являются резервной базой полевошпатового сырья. В этом районе известны как чисто керамические, так и слюдяно-керамические пегматиты.

## ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ (КИАНИТ, СИЛЛИМАНИТ)

**Силлиманит.** Высокоглиноземистые минералы являются ценным сырьем, пригодным для изготовления силумина и огнеупорных изделий, отличающихся высокой термической стойкостью и устойчивостью против действия кислот и щелочей. Ловозерское рудопроявление (I-8-7) [588] расположено в 12 км к юго-западу от с. Ловозеро, вблизи горы Флора. Продуктивная залежь локализована в зоне контакта Ловозерского массива с гнейсо-диоритами архейского фундамента. Она представляет собой линзовидное тело кварц-биотитовых, кварц-силлиманит-андалузитовых, кварц-кордиеритовых и кварцевых метасоматитов. Залежь срезается плагиомикроклиновыми гранитами на севере и щелочными породами Ловозерского массива на юге. Содержание силлиманита 29,6%. Прогнозные ресурсы Р<sub>3</sub> оцениваются в 1,5 млн т.

**Кианит.** На площади листа находится месторождение кианита Хизовара (IV-6-1), расположенное в 30 км к юго-западу от ст. Лоухи на южном берегу оз. Верхнее. Оно представлено разнообразными кианитовыми метасоматитами (хизоваритами) кианитовой метасоматической рудной формации,

которые локализованы в лопийских породах Тикшеозерского зеленокаменного пояса. Залежь рудных хизоваритов имеет линзовидную форму, длину 950 м и ширину 80–100 м; разведаны до глубины 150 м шесть крутопадающих залежей кианитовых метасоматитов длиной от 150 до 450 м и мощностью от 2 до 55 м. Промышленные руды представлены «светлыми» и «лучистыми» разновидностями кианитовых метасоматитов.

Первая разновидность руд характеризуется игольчатым кианитом и мелкозернистым строением, они составляют 91 % продуктивных пород и являются рядовыми рудами с содержанием 5–20%  $Al_2O_3$ . Содержат 10–25% кианита, 75–85% кварца, 0,5–1,0% мусковита. Второстепенные и акцессорные минералы – пирит, пирротин, магнетит, графит, рутил, апатит, сфен, гранат. Вторая разновидность – лучистые руды составляют 9% всего объема. Они легкообогатимы и содержат 15–35%  $Al_2O_3$ . Руды с лучистым кианитом содержат 50–80% кварца, 10–49% кианита, до 10% рудных минералов [327]. Получен кианитовый концентрат, пригодный для производства высокоглиноземистых огнеупоров. Среднее содержание кианита составляет 21,2% [243]. Балансовые запасы месторождения Хизовара подготавливаемого к освоению, на 1.01.2009 г. составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 2881 тыс. т руды, 612 тыс. т кианита; категории С<sub>2</sub> – 1558 тыс. т руды и забалансовыми запасами 21 101 тыс. т [327].

**Оливинит огнеупорный.** Хабозерское месторождение (I-7-85) огнеупорного оливинита ультрамафит-мафитовой рудной формации приурочено к массиву Лесная Варака ковдорского комплекса. Массив на 85–95% сложен оливинитами, среди которых выделяются рудные, слаборудные (содержащие титаномагнетитовую вкрапленность) и безрудные. Месторождение расположено в восточной части массива и связано с безрудными грубозернистыми и пегматоидными оливинитами. Доля выветрелых пород не превышает 10%. Средние содержания основных компонентов в оливинитах (%):  $SiO_2$  – 38,13;  $Fe_2O_3$  общ. – 15,97; CaO – 0,75; MgO – 43,58; щелочей нет, потери при прокаливании – 1,09. Выход кондиционных оливинитов 77%. Оливиниты месторождения используются как сырье для производства огнеупоров, которые соответствуют требованиям ТУ 21-0281921-93. Месторождение эксплуатируется с 1993 г., разработка ведется открытым способом [490]. Запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 9724 тыс. т.

## АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Гранат.** Гранат является одним из самых распространенных неметаллических полезных ископаемых на территории листа. Его многочисленные проявления связаны, как правило, с зонами среднетемпературных основных метасоматитов Хизоварского метасоматического комплекса (гранатовая метасоматическая рудная формация).

В Северной Карелии расположено самое крупное из разведанных в России месторождений граната – Шуерецкое (V-8-7), в состав которого входят участки Тербеостров, Еловый Наволок (V-8-6) и Солохина Луда, расположенный в непосредственной близости от Тербеострова. Продуктивные

на гранат метасоматиты Шуерецкого месторождения [145] локализованы в метаморфических породах беломорского комплекса, представленных гранат-биотитовыми, кианит-гранат-биотитовыми, ставролит-кианит-гранат-биотитовыми гнейсами, гранатовыми и полевошпатовыми амфиболитами. Рудой являются гранатовые жедрититы и слюдиты, развитые преимущественно на контакте гнейсов и амфиболов. Жедрит-биотит-гранатовые метасоматиты представляют собой крупнозернистые-гигантозернистые образования с огромными кристаллами граната (до 20–25 см), погруженного в биотит-жедритовую массу. Для гранатов характерна своеобразная зональная структура в виде облочков темно-красного и розового цвета. Гранат содержит множество включений ставролита, кианита, кварца, плагиоклаза, жедрита и биотита; нередко эти включения ориентированно пересекают кристалл согласно со сланцеватостью основной массы. Гранат концентрируется в нешироких полосах и линзах, быстро выклинивающийся по простиранию и падению. Гранат-альмандин преимущественно встречается в виде агрегатных образований в форме округлых желваков размером 7–10, реже 25 см в поперечнике. Желваки на 74–78% состоят из зерен граната.

По содержанию граната выделяются три сорта руд: 1-й сорт – богатые руды (20–40% граната) представлены гранатовыми жедрититами и слюдитами; 2-й сорт – рядовые руды (10–20% граната) представлены глиноземистыми гнейсами с прослоями и линзами гранатовых жедрититов; 3-й сорт – бедные руды (5–10% граната) представлены гранатовыми амфиболитами и гнейсами. Богатые руды образуют пластообразные и линзовидные тела длиной до 100 м, мощностью 5–10 м среди руд 2-го и 3-го сортов [327]. В них гранат-альмандин преимущественно встречается в виде агрегатных образований в форме округлых желваков размером 7–10, реже 25 см в поперечнике. Желваки на 74–78% состоят из зерен граната.

Средний минеральный состав руды (%): гранат – 12,8, кварц – 54,5, биотит – 16,3, амфибол – 10, другие (кианит, ставролит, мусковит, рутил). При обогащении гранатовых руд выход концентрата достигает 70–85%. Испытания гранатовой шкурки, полученной из граната участка Тербеостров, установили производительность ее, в два раза превышающую производительность кремневой шкурки и значительно более медленную изнашиваемость по сравнению с корундовой. Запасы граната (тыс. т) по категориям  $C_1$  – 91,39;  $C_2$  – 244,11; забалансовые запасы – 227,24 тыс. т [327].

В районе Западных Кейв известны многочисленные проявления высококачественного абразивного граната, связанного с кварц-гранатовыми метасоматитами, развитыми по мусковит-гранатовым и ставролит-гранатовым сланцам червуртской свиты кейвской серии [573]. Среди них наблюдаются линзообразные и пластообразные продуктивные тела, в которых содержание граната достигает 20%, реже 40–50%. Протяженность таких тел колеблется от 100 до 600 м, мощность 10–15 м. Гранат представлен альмандином, кристаллы которого имеют форму ромбододекаэдров. Размер их колеблется от 2 до 25 см в диаметре. Иногда встречаются желваки зернистого агрегата альмандина в сростании с кварцем.

К числу перспективных относится проявление Тахлетуайв (I-9-4) [331]. Оно находится на вершине одноименной горы, представлено слюдяно-

гранатовыми породами, залегающими у нижнего контакта червуртской свиты. По простиранию они прослеживаются на 500 м при ширине 100 м. Мощность зоны, обогащенной гранатом, около 20 м. В этих породах наблюдается параллельное чередование зон слюдитов, мусковит-кварцевых и кварцитовидных пород. Мощность первых колеблется от 10 до 50 см, вторых – достигает нескольких метров. Гранат (альмандин) развит в виде хорошообразованных кристаллов размером до 6 см в диаметре. Товарный выход его из породы составляет в среднем 10%. Подсчитанные запасы граната по категории  $C_2$  – 150 тыс. т.

**Диатомит.** Диатомит – легкая тонкопористая кремнистая порода, рыхлая или плотная, состоящая в своей основной массе из опаловых створок диатомовых водорослей или их обломков. Содержит от 62 до 97%  $SiO_2$ . В качестве постоянной примеси присутствуют глинистые минералы. Содержание песчано-алевритового материала не превышает 5–10%. Цвет диатомита белый, светло- или желтовато-серый, иногда буровато-серый.

На площади листа известно семь месторождений, из которых три разведанных и подготовленных к эксплуатации месторождения озерных диатомитов голоценового возраста, находящихся на Государственном учете: оз. Окунеево (I-6-50), оз. Травяное (I-6-52), оз. Веске-Ламбина (I-7-86).

На месторождении оз. Травяное длина залежи составляет 1200–1300 м, ширина 170–280 м, максимальная мощность 11,3–11,5 м в центральной части, к берегам выклинивается. Содержание основных компонентов в контуре подсчета запасов  $SiO_2$  – 93,35%,  $Fe_2O_3$  – 0,76%, запасы по категориям  $A + B + C_1$  – 444 тыс. м<sup>3</sup> [490].

Залежь месторождения оз. Окунеево имеет длину 960 м, ширину до 460 м, максимальную мощность 7,3 м. Среднее содержание компонентов в контуре подсчета запасов  $SiO_2$  – 94,15%,  $Fe_2O_3$  – 0,57–0,68%, запасы по категориям  $A + B + C_1$  оценены в 213 тыс. м<sup>3</sup>.

Месторождение Ряпуксозеро находится в 3 км юго-восточнее ж.-д. ст. Лоухи. Залежь месторождения пластовой формы, длиной 4500 м шириной от 100 до 500 м при средней ширине 193 м и средней мощности 2,0 м. Среднее содержание компонентов диатомита-сырца в рудном контуре (%)  $SiO_2$  – 55,0,  $Al_2O_3$  – 2,4,  $Fe_2O_3$  – 4,3. Запасы диатомита категории  $C_1$  – 1400 тыс. м<sup>3</sup> [327].

## ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СЫРЬЁ

**Асбест.** На территории листа известен один тип асбестовых проявлений: амфибол-асбестовый, приуроченный к зонам метасоматической переработки в массивах серпентинизированных ультраосновных пород в Имандра-Варзугской грабен-синклинали и ее обрамлении, а также в зоне сочленения Карельской гранит-зеленокаменной области и Беломорской складчатой зоны. Примером является рудопровление Ханкус (III-5-11) [605], локализованное в одноименном массиве гипербазитов. Его центральная часть сложена оливинитами, пироксеновыми оливинитами, гарцбургитами. По периферии развиты серпентиниты с реликтами оливина и пироксена не

более 15%. В краевых частях наблюдаются амфиболизированные породы с реликтами серпентина в виде пятен и полос. Иногда породы интенсивно карбонатизированы, здесь же появляются актинолит, хлорит, цоизит, биотит, антофиллит-асбестовые жилы до 1 м. Также известны мелкие зоны тальцитов в серпентинитах. Мощность зоны, обогащенной антофиллит-асбестом, составляет 10 м, она прослежена на 500 м. Содержание асбеста достигает 30%. По текстурным особенностям наблюдаются прожилки и жилы с продольно-поперечно- и косоволокнистым антофиллит-асбестом. Установлены высокие содержания волокна класса +0,5 мм – 49,11%, в т. ч. +1,6 мм – 22,67% [327].

**Мусковит.** К данной группе месторождений рудной формации мусковитовых пегматитов отнесены месторождения, ведущим полезным ископаемым в которых является листовая мусковит, а полевошпатовое сырьё и кварц являются сопутствующими компонентами. Всего в пределах листа зарегистрировано 39 месторождений, которые состоят на балансе. В пределах территории листа выделяются два основных слюдоносных района – Чупинский и Енский, которые входят в Беломорскую пегматит-мусковитовую МЗ в составе Беломорской складчато-метаморфической зоны. В настоящее время в Чупинском районе (Республика Карелия) известно более 2000 пегматитовых жил. Из этого числа жил более 960 слюдоносны, в том числе более 200 содержат мусковит в промышленных концентрациях [327].

Енский район является главнейшим слюдоносным районом Мурманской области, в котором сосредоточены все разрабатываемые в настоящее время на Кольском полуострове месторождения слюды. Здесь известно более 1500 жил, из которых 600 слюдоносны, в том числе 111 содержат промышленные концентрации мусковита. Мусковит в жилах распределен неравномерно, концентрируясь в гнездах различного размера. В дифференцированных жилах гнезда мусковита чаще приурочены к призальбандовым частям пегматитов или к контактам блоков, сложенных кварцем и полевым шпатом.

В большинстве промышленных слюдоносных жил содержание слюды варьирует от 15 до 40 кг/м<sup>3</sup> и более. Выход колотой слюды в отдельных месторождениях Чупинского района колеблется от 5 до 62%, в среднем 10–25%. В жилах Енского района выход колотой слюды значительно выше и варьирует от 20 до 70%. Технологические и электротехнические испытания доказывают преимущественное развитие мусковита II–III сортов. В комплексных жилах качество слюды несколько ниже. Содержание ее изменяется от 2–5 до 120 кг/м<sup>3</sup>, преобладают III и IV сорта.

В Чупинском районе большая часть мусковита сосредоточена в крупных жилах или кустах жил с запасами более 1000 т. Отработка пегматитовых жил ведется подземным способом вертикальными шахтами с нарезкой эксплуатационных блоков штреками и восстающими выработками. Максимальная глубина вскрытия слюдоносных жил достигает 340 м. Качество добываемого мусковита высокое, он пригоден для многих электротехнических изделий, включая телевизионные и конденсаторные

пластины высоких марок. Наиболее типичными по геологическому строению, хорошо изученными и перспективными являются месторождения Малиновая Варакка (Ш-7-22) и Плотина (Ш-7-37) [246].

Месторождение Малиновая Варакка известно со времен средневекового слюдяного промысла. Оно объединяет девять участков с пегматитовыми жилами, содержащими промышленные запасы мусковита: собственно Малинововаракский, в пределах которого выделяются Северный, Южный и Промежуточный кусты пегматитовых жил, участки Еки-варакка, Робакка-варакка, Западный, оз. Пастухово, оз. Долгое.

Пегматитовые жилы изучены бурением до глубины 300 м, по флангам – до 600 м. Породами, вмещающими пегматитовые жилы, являются гранат-биотитовые и кианит-гранат-биотитовые гнейсы, тесно ассоциирующие в разрезе с пластовыми телами аплитовидных лейкоплагиогранитов. Форма жил линзовидная с апофизами и раздувами, зонального, реже участково-зонального строения. Протяженность жил 20–200 м, реже до 600 м, мощность от 2 до 6 м. Распределение слюды обычно неравномерное, иногда гнездовое [246].

Кадастром пегматитовых жил месторождения Малиновая Варакка учтено 347 жил, из них в сводный баланс запасов включены 28 промышленных жил. Балансовые запасы листового мусковита в целом по месторождению на 1.01.2009 г. составляют: категорий  $A+B+C_1$  – 7599 т,  $C_2$  – 14 503 т, забалансовые – 936 т [163]; мелкозернистого мусковита категории  $C_2$  – 46 325 т [164]. По данным эксплуатационных работ выход промысла в среднем по месторождению составляет 27,3%. Помимо мусковита на месторождении учтены балансовые запасы пегматитового сырья категорий  $A+B+C_1$  – 66,15 тыс. т,  $C_2$  – 37 тыс. т [166], а также кускового кварца – категории  $C_1$  – 81 тыс. т,  $C_2$  – 30 тыс. т [160]. Кроме того, подсчитаны запасы жильного молочно-белого кварца, используемого для получения особо чистого кварца:  $C_1$  – 1817,3 тыс. т, категории  $C_2$  – 207,1 тыс. т жильной массы [160].

Месторождение Плотина по учтенным балансовым запасам листового мусковита является самым крупным из всех расположенных в пределах листа. Оно подразделяется на четыре участка: Зашеечный Остров, Хипасная Салма, Хипасный Остров и основное рудное поле месторождения Плотина [246]. В пределах рудного поля известно свыше 200 пегматитовых жил, из них 67 являются промышленно-слюдоносными. Жилы имеют, как правило, зональное и участково-зональное строение, длина их колеблется от первых до 500 м, мощность изменяется от 0,5–1 до 50 м. Все жилы имеют простирание, близкое к меридиональному, крутое восточное падение (75–85°). По падению они залегают кулисообразно.

Балансовые запасы листового мусковита по месторождению в целом по состоянию на 1.01.2009 г. составляют 26 305 т, из них категорий  $A+B+C_1$  – 5391 т,  $C_2$  – 18 335 т, забалансовые – 2579 т [163]; мелколистового мусковита – категории  $C_2$  – 36 044 т, забалансовые – 62,08 т [164]. Помимо мусковита на месторождении учтены балансовые запасы: полевошпатового сырья категорий  $A+B+C_1$  – 4 тыс. т,  $C_2$  – 206 тыс. т, забалансовые – 4 тыс. т [166]; кускового кварца по категориям  $A+B+C_1$  – 15 тыс. т,

$C_2$  – 80 тыс. т; жильного молочно-белого кварца категории  $C_1$  – 22,9 тыс. т,  $C_2$  – 196,7 тыс. т жильной массы [160].

Из других месторождений Чупинского слюдоносного рудного района промышленное значение имеют месторождения: Тэдино (Ш-6-9), в границах которого известно 300 пегматитовых жил, из них около 60 (20%) являются промышленными; Карельское месторождение (Ш-6-16), включающее 11 участков; Станционное (Ш-7-7), Слюдозеро (Ш-7-38) и Лоушки (Ш-7-39); Полубояры (Ш-7-41), объединяющее 18 участков и кустов пегматитовых жил. Месторождения Постельное Озеро (Ш-7-42) и Никонова Варака (Ш-7-44) разрабатывались в 30–50-е годы на керамическое сырье и мусковит, но впоследствии были законсервированы. На месторождении Постельное Озеро разведано 11 жил, по четырем из них имеются балансовые запасы; на месторождении Никонова Варака (включая участок Пиртозеро) разведано 16 жил, по 11 жилам учтены балансовые запасы мусковита [246].

Южнее Чупинского слюдоносного района наблюдается ряд пегматитовых полей, содержащих в основном неслюдоносные или малослюдоносные пегматиты. Некоторое промышленное значение имеет куст комплексных жил Подужемье–Половина (V-8-2), расположенный в Кемском районе, имеющий балансовые запасы слюды.

К югу от г. Беломорск расположено месторождение Слюдяной Бор (VI-8-6) [570], включающее участки: Кузнечный Бор, Алексеевский и Лавриковский. Всего здесь известно 13 пегматитовых жил; добыча производилась на четырех. Жилы представляют собой крупные пегматитовые тела, размером до 280 м по простиранию при мощности до 31 м. Состав их микроклин-плагиоклазовый и плагиоклаз-микроклиновый с блоками кварца, микроклина и плагиоклаза; жилы дифференцированные.

Мусковит присутствует во всех жилах, концентрируясь в гнездах, расположенных на границе блоков кварца и полевого шпата с графическим пегматитом. Жилы месторождения Слюдяной Бор являются комплексными, подсчитанные по ним запасы отнесены к балансовым. Запасы листового мусковита на 1.01.2009 г. составляют по категориям  $A+B+C_1$  – 7239 т,  $C_2$  – 2922 т, забалансовые – 5595 т. Запасы мелкогабаритного мусковита по категориям  $A+B+C_1$  – 289 т,  $C_2$  – 19 075 т, забалансовые – 31 229 т.

На территории Енского рудного района известно 14 промышленных месторождений мусковита с балансовыми запасами [567]. Из них Риколатвинское месторождение (I-5-7) является одним из самых крупных в Мурманской области и единственным эксплуатируемым на территории листа в настоящее время. Месторождения Рубиновое (I-4-13), Высокое (I-5-8), Пайв-Ойва (II-4-2) и Неблогорское (II-5-5) законсервированы, но [567] рекомендованы к разработке как перспективные. Месторождения Ульмапальякко (I-3-8), Восточно-Ягельное (I-4-11), Келес-Уайв (I-4-14), Сильт-Ойва (II-5-1), Дальнее (II-5-2) и Кайта-Тундра (II-5-3) включены в Государственный резерв, но оцениваются как второстепенные.

Месторождение Риколатвинское (I-5-7) [446] расположено в 6 км к юго-востоку от ж.-д. ст. Ена. В пределах месторождения известно около 600 пегматитовых жил. Пегматиты подразделяются на пять типов, из которых три

являются слюдоносными и залегают в биотитовых и гранато-биотитовых гнейсах, а остальные два – керамическими. Наибольшее промышленное значение на мусковит представляют слюдоносные пегматиты микроклин-плагиоклазового, местами плагиоклазового состава, дифференцированного строения, с широким развитием кварц-мусковитового замещающего комплекса. Мусковит в них обычно приурочен к кварц-мусковитовому комплексу или встречается в виде гнезд и отдельных кристаллов, главным образом в графическом пегматите на границе с блоками кварца.

Распределение пегматитовых тел на площади месторождения неравномерное, в виде кустов и зон с кулисообразным расположением жил внутри них. Главная масса промышленно-слюдоносных жил сконцентрирована в центральной и восточной зонах – на северном склоне горы Риколатва. Пегматитовые жилы в основном являются секущими. Длина промышленно-слюдоносных жил 50–70, реже 100–120 м; средняя мощность 1,5–8 м.

Качество слюды хорошее и удовлетворительное. Содержание мусковита по отдельным жилам колеблется от 5,4 до 193,8 кг/м<sup>3</sup>. Среднее содержание мусковита по жилам с балансовыми запасами 32,46 кг/м<sup>3</sup>. Балансовые запасы листового мусковита (забойного сырца), подсчитанные по 102 жилам, составляют: по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 7018 т, С<sub>2</sub> – 24270 т, забалансовые – 4987 т. Балансовые запасы мелкозернистого мусковита составляют: по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 472 т, С<sub>2</sub> – 44 916 т, забалансовые – 2161 т. На керамическое сырье на Риколатвинском месторождении разведаны и эксплуатируются 19 пегматитовых жил. Балансовые запасы пегматитового сырья составляют: по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 910 тыс. т, С<sub>2</sub> – 1144,8 тыс. т, забалансовые – 237,2 тыс. т.

**Вермикулит.** На территории листа находится крупное Ковдорское месторождение вермикулита (I-4-5), а также рудопроявления Африкандовское (I-6-44), Салланлатвинское (II-3-10), Вуориярви (II-4-6), Салмагорское (II-7-1), генетически связанные с массивами ультраосновных–щелочных пород [295, 490, 567] вермикулит-флогопитовой щелочно-ультрамафитовой рудной формации.

К Ковдорскому массиву приурочено крупное одноименное месторождение вермикулита [469]. Вермикулитовые руды месторождения образовались преимущественно по флогопит-диопсид-оливиновым породам флогопитового комплекса, а также флогопитизированным оливинитам. Распространение вермикулитовых концентраций на глубину ограничивается нижней границей коры выветривания. В зависимости от мощности моренных отложений вермикулитовые руды могут либо непосредственно выходить на поверхность, либо располагаться под чехлом морены мощностью от 1–2 до 30 м.

Кора выветривания, к которой приурочены промышленные вермикулитовые руды, имеет хорошо выдержанное зональное строение. Выделяются снизу вверх зоны: дезинтеграции, гидрофлогопитовая, вермикулитовая и сунгулитовая (сунгулит (кольскит) является разновидностью антигорита).

В гидрофлогопитовой зоне флогопит повсеместно гидратирован. Гидрофлогопит полностью отвечает техническим требованиям на

вермикулит, что указывает на большое практическое значение этой зоны. Наиболее мощная гидрофлогопитовая зона установлена в пределах площади развития флогопитового комплекса, где она составляет от 5 до 35 м, в среднем 15–20 м.

Вермикулитовая зона представляет промышленный интерес также только в пределах развития флогопитовых руд. Средняя мощность зоны 15–25 м. В зоне происходит еще более высокая степень гидратации слюды и превращение ее в типичный вермикулит. Кристаллы вермикулита могут достигать 1 м в поперечнике. Выделяются следующие промышленные типы вермикулитовых руд: сунгулит-вермикулитовый, собственно вермикулитовый, гидрофлогопитовый.

Сунгулит-вермикулитовый тип приурочен к сунгулитовой зоне коры выветривания. Количество этих руд составляет около 10%. Содержание вермикулита в концентрате достигает 50–60%, извлечение до 50%. Концентраты обладают сравнительно низким качеством, поэтому промышленное значение этих руд невелико. Вермикулитовый тип руды располагается по периферии сунгулитовой зоны и приурочен к верхним горизонтам коры выветривания. Руда хорошо обогащается, ее извлечение 80–90%, содержание в концентрате 90–98%. Концентрат характеризуется высоким качеством и имеет большое промышленное значение.

Гидрофлогопитовые руды подстилают руды вермикулитовой зоны, а на периферии ослюденелых пород выходят на поверхность. Руды обогащаются подобно вермикулитовым рудам, обладают удовлетворительным качеством и также имеют большое промышленное значение.

Распределение вермикулита весьма неравномерное. Содержание вермикулита в рудах колеблется в широких пределах – от 5–6 до 30%. Характер его распределения позволяет проводить оконтуривание и промышленную обработку богатых и бедных руд отдельно. Ковдорский вермикулит характеризуется благоприятным гранулометрическим составом и высоким качеством. 70–80% вермикулита представлено размерами 0,5–10 мм, насыпной вес после обжига составляет 80–100 кг/м<sup>3</sup> собственно вермикулита и 90–130 кг/м<sup>3</sup> гидрофлогопита. Руды месторождения хорошо обогащаются с помощью методов воздушной сепарации, гравитации на отсадочных машинах, концентрационных столах и в тяжелых суспензиях. Вермикулитовый концентрат содержит 89–98% слюды при извлечении 78–93%.

Запасы вермикулита выявлены по трем участкам: Северо-Восточному, Западному и Южному, расположенным соответственно в зонах одноименного названия. Северо-Восточный участок имеет площадь 0,35 км<sup>2</sup>, сложен оливинитами, в которых вермикулит представлен жилами линзообразной и неправильной формы. Оливиниты разрушены и превращены в песок. Мощность разрушенной зоны на глубину колеблется от 20 до 70 м, в среднем 40 м. Ниже этого горизонта оливиниты монолитны, гидратация слюд в них резко снижается. Содержание вермикулита закономерно изменяется как на поверхности, так и на глубину в пределах 2–30%; среднее для участка 14%. Качество его остается постоянным в пределах дезинтегрированной зоны.

По данным разведки Ковдорского месторождения балансовые запасы руды на 1.01.2009 г. (тыс. т): по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 249 052, С<sub>2</sub> – 218 905, забалансовые – 1483. Запасы вермикулита (тыс. т): по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 20 907, С<sub>2</sub> – 21 819, забалансовые – 32.

**Флогопит.** На территории листа находится крупное промышленное месторождение флогопита Ковдорское (I-4-5), а также рудопроявления Салланлатвинское (II-3-10) и Вуориярви (II-4-6), связанные с комплексом щелочно-ультраосновных интрузий палеозойского возраста.

Ковдорское месторождение приурочено к одноименному массиву щелочно-ультраосновных пород палеозойского возраста [469]. Месторождение располагается в северной части массива, в широкой зоне развития переходных пород между оливинитами ядерной части и йолит-мельтейгитами периферии и имеет дугообразную форму длиной 8 км и шириной до 1–1,5 км. Вмещающие породы висячего бока представлены мелилититами, скарнами, слюдисто-пироксеновыми образованиями. В лежачем боку залежи наблюдаются оливиниты.

Рудными являются флогопит-диопсид-оливиновые и флогопит-диопсидовые метасоматиты флогопитового комплекса [469]. Основная масса руд приурочена к Главной флогопитовой залежи. Ее длина превышает несколько сот метров, мощность колеблется от 10–20 до 80–100 м. Залежь имеет зональное строение. В ее центре находятся гигантозернистые оливиновые породы. Вокруг них прослеживается мономинеральная зона флогопита, ее мощность достигает 20 м. Далее наблюдается анхимономинеральная зона диопсида мощностью до 5–10 м. В других случаях оливиновая зона сменяется зоной пегматоидных флогопит-диопсидовых пород, среди которых отчетливой дифференциации флогопита и диопсида не наблюдается.

Главная залежь флогопита сопровождается большим количеством жиллоподобных тел пегматоидных флогопит-диопсидовых, флогопит-оливиновых, флогопитовых пород мощностью от 1–2 до 10–15 м и длиной до 20–50 м. На флангах месторождения количество и размеры этих образований постепенно уменьшаются. Однако подобные тела с промышленным содержанием флогопита распространены на всей площади развития флогопит-диопсид-оливиновых пород, что определяет границы месторождения.

Промышленный флогопит Ковдорского месторождения представлен зеленой разновидностью и характеризуется постоянными физико-механическими, химическими, оптическими, электротехническими и другими свойствами. Выделяются следующие промышленные типы флогопитовых руд: 1 – флогопит-оливиновые руды с пегматоидной структурой, 15–20% промышленных запасов; 2 – флогопит-диопсидовые руды пегматоидного строения, 10% всех запасов руд; 3 – флогопит-диопсид-оливиновые руды неравнозернистые, преимущественно крупнозернистые, не менее 60% всех промышленных запасов флогопита; 4 – апатитизированные флогопитовые руды, они имеют ограниченное распространение, составляя первые проценты запасов.

Руды первого типа образуют центральные части рудных залежей. Руды второго типа формируют вокруг них оторочки мощностью от 1–2 до 20–

30 м и сменяются к периферии рудами 3-го типа. Флогопит-диопсидовые пегматоидные руды характеризуются исключительно высоким качеством. Содержание флогопита в них в 4 раза выше, чем во флогопит-оливиновых рудах. В них же наблюдается наиболее крупная и ценная листовая слюда. Руды 4-го типа приурочены к центральным частям залежей. Участки апатитизированных руд имеют небольшие размеры и редко достигают 10–15 м по ширине. Наибольшими выходами промышленного сырца 52,9–53,1 % обладают руды 2-го и 3-го промышленных типов. Плотность промышленного флогопита составляет 2,67–2,73 г/см<sup>3</sup>. Среднее число твердости флогопита – 10 кг/мм<sup>2</sup> [469].

По данным разведки Ковдорского месторождения балансовые запасы забойного сырца на 1.01.2009 г. составляют (тыс. т): по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 1452,87; С<sub>2</sub> – 6202,88; забалансовые – 2208,9.

Ковдорский флогопит отличается от флогопитов других месторождений лучшей расщепляемостью. Он также характеризуется высокой термической стойкостью и по этому параметру превосходит флогопиты всех известных месторождений. Флогопит Ковдорского месторождения не уступает по своим особенностям сырью из давно эксплуатируемых месторождений Сибири [469].

**Тальк и талькохлорит.** Рудопроявления талька апогипербазитовой тальковой рудной формации р. Каменная (VI-4-13) [339] на территории листа связаны с зонами метасоматической переработки ультраосновных пород (серпентинизированных гипербазитов, метапикритов). Талькохлорит («горшечный камень») является своеобразным, редко встречающимся в других районах России полезным ископаемым, применяемым в качестве огнеупорного, кислотоупорного, щелочноустойчивого и электроизоляционного материала, а также как поделочный камень.

На территории листа известны рудопроявления Осминьокское (II-3-4) и Северо-Апаярвинское (II-3-6) в Куолаярвинском синклинии [303]. Первое из них представлено телом талькохлоритовых сланцев мощностью 5–10 м, длиной 1,2 км. Сланцы серые, зеленовато-серые, мягкие, жирные на ощупь, рассланцованные, реже массивные. Содержание талькохлорита достигает 40–60%. На втором проявлении горизонт талькохлоритовых сланцев прослежен на 1 км при мощности 40 м.

**Графит.** На территории листа графитовая минерализация проявлена незначительно, масштаб известных объектов установлен не крупнее рудопроявления. Большинство из них расположено в Имандра-Варзугской грабен-синклинали, Терском зеленокаменном поясе – уч. «45-й км» (I-8-34), Верхневилозерское (II-8-18), Верхневаловатое (II-8-20), уч. I (II-9-10), уч. IV (II-9-15), уч. V (II-9-23), обн. 2081–2085 (II-9-33), обн. 9 (II-9-37) и в зоне сочленения Беломорской складчатой зоны и Карельской гранит-зеленокаменной области (Тикшеозерский зеленокаменный пояс) (Кичаны, III-5-7) [576, 605]. Все они относятся к графитовой метасоматической рудной формации. Рудопроявления, в состав которых входит графит, обычно являются комплексными. Графитовая минерализация ассоциирует с такими

элементами как Pb, Zn, Au, Cu, Fe, Ni, Mo, U в зонах метасоматической переработки вмещающих сланцев и гнейсов и, не являясь перспективной на горнотехническое сырье, может служить поисковым признаком на эти элементы, в первую очередь – на золото.

Примером может служить рудопоявление Верхневиллозерское (П-8-18), [576], расположенное в районе оз. Верхнее Виловатое. Оно локализовано в зоне субширотного разлома. Графитовые тела представляют собой линзы мощностью до 70 м и протяженностью 500–1000 м. Совместно с графитом развивается пирит-пирротин-халькопиритовая минерализация по вмещающим лопийским амфиболитам и амфиболовым сланцам. Скважиной вскрыты массивные пирротиновые руды с графитом, сопровождающиеся ореолом прожилково-вкрапленных и неравномерно-вкрапленных руд по графитизированным, окварцованным, карбонатизированным и мусковитизированным биотитовым гнейсам и сланцам с повышенными содержаниями Pb и Ag.

### ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ

**Алмазы.** За последние 20 лет в Карело-Кольском регионе установлены алмазонасные кимберлиты алмазонасной кимберлитовой формации и нетрадиционные коренные источники алмазов – лампроиты алмазонасной лампроитовой формации. Алмазы выявлены в трубках флогопитовых кимберлитов Терского берега Белого моря (Оленицко-Пялицкая потенциальная алмазонасная зона), лампроитах и лампроитовых брекчиях Костомукшского потенциального алмазонасного узла в Карелии.

Две трубки взрыва были описаны М. М. Калининским [597] в составе кандалакшского комплекса. Среди них выделяются флогопитовые кимберлиты жерловой, кратерной и жильной фаций, а также взрывные брекчии флогопитовых кимберлитов. Наиболее полно они изучены в кимберлитовой трубке ручья Ермаковский (рудопоявление Ермаковское (III-9-5)).

Крупнейшая трубка «Ермаковская-7» имеет размер в плане 130×90 м. У нее сохранилась нижняя часть раструба с пологими контактами, переходящими в вертикальный канал цилиндрической формы. По результатам исследований двух лабораторно-технологических проб весом 3948,0 и 4257,0 кг она была признана убогалмазонасной [597]. Пробы отобраны из керна буровых скважин (диаметр бурения 59, 93, 112 мм). Из пробы весом 4 т выделено 76 обломков кристаллов. Кристаллы алмазов представлены октаэдрическими, ромбододекаэдрическими и тетраэдрическими формами. Цвет преимущественно бесцветный и прозрачный.

Последующие исследования [626] показали, что по результатам технологических испытаний была установлена однозначно алмазонасность кимберлитовой трубки «Ермаковская-7» – выявлено 132 зерна алмазов размерами 0,1–1,0 мм. По результатам минералогических анализов керновых протоочных проб выявлены все парагенетические спутники алмазов, в том числе минералы алмазной ассоциации: хромшпинелиды ( $Cr_2O_3 > 62\%$ ) и малокальциевые хромпиропы группы G-10 по Дж. Доусону.

Из зерен, обнаруженных в трубке алмазов, весьма значительное их количество представлено обломками кристаллов, с высокой вероятностью свидетельствует о нахождении в трубке более крупных кристаллов класса +1–4, возможно и более. Тем более по ряду изложенных ниже характеристик, выведенных на основе сопоставления с известными кимберлитовыми трубками на сопредельной территории на Зимнем берегу Архангельской области, есть все основания отнести кимберлиты трубки «Ермаковская-7» к классу трубок со средней–высокой алмазностью. Всего обнаружено 115 кристаллов алмаза общим весом 182,1 мг. В исследованной выборке чаще всего встречаются кристаллы весом до 2 мг. Обнаружены и более крупные алмазы. Самый крупный алмаз, представленный обломком додекаэдра с шестовато-черепитчатой скульптурой, весит 15,2 мг. Кроме того, обнаружены обломок додекаэдра весом 11,40 мг и осколок неопределенной формы весом 9,55 мг.

Основными особенностями алмазов из трубки «Ермаковская-7» являются:

1. Преобладание кристаллов класса  $-1+0,5$  мм по количеству и класса  $-2+1$  мм по массе; большинство алмазов весит не более 2 мг, самый крупный – 15,20 мг. В отличие от промышленно-алмазоносных трубок Зимнего берега Белого моря, в трубке «Ермаковская-7» не обнаружены алмазы класса +2 мм.

2. Высокое содержание додекаэдридов и очень низкое – индивидов кубического габитуса (кубов и тетрагексаэдров). По относительному количеству додекаэдридов алмазы из трубки «Ермаковская-7» похожи на кристаллы из трубок Золотицкой группы (Зимний берег). В то же время содержание индивидов кубического габитуса среди алмазов из трубки «Ермаковская-7» значительно ниже.

3. Широкое распространение шестовато-черепитчатой, каплевидной и каплевидно-блоковой скульптур на гранях додекаэдра. Додекаэдриды с сочетанием шестовато-черепитчатой и каплевидно-блоковой скульптур (типы III/5 и VI/3) – большая редкость среди алмазов из трубок Зимнего берега (не более 1%). Среди алмазов из трубки «Ермаковская-7» около 20% относится к этим типам. Относительное количество пластически деформированных алмазов в трубке «Ермаковская-7» выше, чем в трубках Золотицкой группы, но значительно ниже, чем в трубке им. В. П. Гриба.

4. Повышенное количество алмазов с сингенетическими черными рудными включениями. Такая особенность выделена и для алмазов из трубки им. В. П. Гриба. Среди кристаллов из трубок Золотицкой группы алмазов с сингенетическими рудными включениями значительно меньше.

5. Содержания алмазов с желто-зеленой и сине-голубой, фиолетовой фотолуминесценцией близки (34–36%). Кроме алмазов из трубки «Ермаковская-7», эта особенность установлена еще у кристаллов из трубок Поморская и Снегурочка. В трубках им. Ломоносова, Пионерская и им. Гриба преобладают индивиды с сине-голубой и фиолетовой люминесценцией, в трубках им. Карпинского I и II, Архангельской – с желто-зеленой.

6. Низкая интенсивность фотолуминесценции. Отмечается также и у алмазов из трубок Золотицкой группы, особенно Поморской, Архангельской, им. Карпинского.

7. Наличие кристаллов ювелирного качества. Высокое качество кристаллов характерно также для всех промышленно-алмазоносных трубок Зимнего берега [626].

Выделяется высокоперспективная на обнаружение промышленно-алмазоносных кимберлитов Ермаковская площадь, приуроченная к известным алмазоносным кимберлитам (трубки «Ермаковская-7», «Ермаковская-20») и субмеридиональной рудоконтролирующей системе разломов. Субмеридиональная система разломов хорошо выражена в гравитационном и магнитных полях и выделяется в качестве рудоконтролирующей по аналогии с Зимним берегом Архангельской области [626].

К проявлениям алмазоносного магматизма Костомукшского рудного узла относятся дайки и трубки взрыва среднерифейских алмазоносных лампроитов и кимберлитов II. Тела образуют три куста: Корпангский (V-4-2), Костомукшский (V-4-14), Таловейский (VI-4-2).

Костомукшский лампроитовый куст расположен в 12 км к северо-северо-востоку от г. Костомукша. Выявлены 52 тела лампроитов, 39 из них вскрыты скважинами и 13 наблюдаются в карьере железорудного месторождения. Лампроиты прорывают метаморфиты контоксской и гимольской серий лопия. Они представлены дайками протяженностью 100–400 м и мощностью 0,15–12,0 м. Выявлено одно тело лампроитов в виде трубки площадью 0,3 га. По минеральному составу выделяются оливин-флогопитовые, лейцитовые, оливин-лейцитовые разновидности лампроитов. В лампроитах Костомукшского куста наблюдаются алмазы октаэдрической и кубической формы. Размеры обломков кристаллов менее 1 мм, единичные из них превышают 1 мм. Цвет кристаллов желтовато-серый [633]. Алмазы в лампроитах найдены в четырех малообъемных пробах (60–200 кг) и обычно представляют собой мелкие кристаллы или их обломки размером от  $0,05 \times 0,5 \times 0,5$  до  $0,65 \times 0,43 \times 0,4$  мм, наблюдаются единичные кристаллы более 1 мм. Редко отмечаются единичные крупные обломки кристаллов размером до 1,3 мм. Типичны сростки из двух, реже семи кристаллов, сдвойникованных по шпинелевому закону. Грани кристаллов кривогранные, характеризуются грубопластинчато-ступенчатым строением, у единичных кристаллов отмечается концентрическая штриховка вокруг вершины. Поверхность отдельных индивидов матовая, интенсивно корродированная. Цвет их преимущественно бесцветный, водяно-прозрачный, иногда серый, бледно-желтый и голубой. Грани некоторых кристаллов запылены тонкодисперсным графитом.

Минералы-спутники представлены хромдиоксидом и хромшпинелидом (до сотен знаков) и пиропом, пикроильменитом (единичные знаки) [327]. Впервые сопоставление Костомукшских флогопитовых и лейцитовых пикритов с флогопито-оливиновыми лампроитами Западной Австралии было проведено в 1989 г. [393]. Возраст лампроитовых даек, определенный K-Ar, Sm-Nd и Rb-Sr методами, для Костомукшского района составляет 1180–1238 млн лет.

Таловейский лампроитовый куст расположен в 9 км к северо-северо-западу от г. Костомукша. Здесь выявлено 17 тел лампроитов, которые приурочены к узлам пересечения разломов. Тела лампроитов крутопадающие,

жилообразной формы, протяженностью до 40 м, мощностью 0,1–8,0 м. По падению прослежены на 200 м. Лампроиты представлены оливиновыми и оливин-лейцитовыми разновидностями. Алмазы (2 знака) представлены обломками кристаллов кубической формы размером более 1 мм желтовато-серого цвета с шероховатой поверхностью [327].

Корпангский лампроитовый куст (V-4-2) расположен в 23 км севернее г. Костомукша. Он представлен девятью жилообразными крутопадающими телами лампроитов. Мощность лампроитовых тел 0,5–2,5 м. Большинство тел сложены оливин-флогопитовыми лампроитами [327]. Алмазы обнаружены в районе Корпангского куста даек в рыхлых отложениях. Алмазы (обломки, осколки) содержатся в двух малообъемных пробах весом ~200 кг в количестве 5 и 10 знаков размером 0,2–1,1 мм (пробы дробились до 4 мм), из них семь – размером > 0,5 мм. Кроме алмазов обнаружен широкий спектр минералов-индикаторов алмазов (МИА – барит, хромшпинелиды, хромдиопсид, флогопит, оливин, пироп, пикроильменит). Алмазы сходны с алмазами проявления Костомукшский Куст.

К прямым вещественным признакам прогнозируемой алмазоносности Костомукшской площади относятся также обнаружение в четвертичных отложениях алмазов, МИА алмазной ассоциации, МИА наибольшей степени сохранности (группы А) и наименьшей окатанности (1-й степени), а также ореолы МИА, не потерявшие связь с коренным источником.

### ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

Для территории листа характерно большое количество месторождений и проявлений разнообразных поделочных камней и коллекционного сырья, которые связаны с разновозрастными магматическими и метасоматическими комплексами. На карте показаны наиболее известные и перспективные из них.

**Аметист.** Месторождения и проявления аметиста связаны с терским комплексом кварц-карбонатных жил палеозойского возраста, приуроченных к полосе выходов среднерифейских осадочных отложений на Терском берегу Кольского полуострова.

Месторождение Кашкаранское (III-9-7) находится на левом берегу ручья Кашкаранский, в 2,3–2,5 км выше устья. Представляет собой зону, сложенную брекчированными и окварцованными терскими песчаниками. Продуктивными являются полости 5–10 см со щетками светло-сиреневого аметиста. Размер кристаллов 1–2–5 мм.

**Беломорит.** Беломорит (иризирующий олигоклаз) известен во многих пегматитовых жилах Чупинского и, в меньшей степени, Енского пегматитовых полей, а также в районе Западных Кейв. Однако в большинстве этих объектов беломорит характеризуется низким качеством, или малыми запасами, или сведения о качестве сырья отсутствуют. Поэтому на карте показаны только два месторождения беломорита с утвержденными

запасами и качеством, отвечающим требованиям к поделочному сырью – Хетоламбинское (III-7-8) и Слюдяной Бор (VI-8-6).

Месторождение Хетоламбинское, расположенное в 8 км к северу от пос. Нижняя Пулонга [580], находится в пределах действующего рудника, связанного автодорогой и ж/д веткой с пос. Чупа. Представлено крутопадающими пегматитовыми жилами среди биотитовых и амфиболовых гнейсов, содержащими беловато-розовый и полупрозрачный беломорит, запасы которого подсчитаны в двух жилах длиной 60–120 м, мощностью 8–10 м.

Месторождение Слюдяной Бор находится в 12 км юго-западнее г. Беломорск, в 5–7 км юго-восточнее д. Выгостров. Из 60 пегматитовых жил, входящих в площадь месторождения, беломорит, в том числе ювелирный, присутствует в восьми зональных жилах. Жилы имеют линзовидную форму, залегают в гранат-биотитовых и биотитовых гнейсах. Беломорит полупрозрачный и в отдельных участках прозрачный, интенсивно ирризирует в голубых тонах. Выход ювелирного сорта составляет 16% от общего объема беломорита [580].

**Горный хрусталь.** Проявления горного хрусталя известны в Северной Карелии восточнее Вуориярвинского массива щелочно-ультраосновных пород. В пределах Намаварского участка (II-4-7) развиты кварцевые жилы [580]. Горными выработками они вскрыты на мощность до 7 м, которая, однако, не является максимальной. Жилы являются секущими по отношению ко всем породам, слагающим данный участок, в том числе и к карбонатитам. Жилы имеют мономинеральный кварцевый или карбонатокварцевый состав и зональное строение.

В составе таких жил можно выделить несколько разновидностей кварца: дымчатый кварц, светлый, мутный и трещиноватый кварц и морион. Последний обычно нарастает на кристаллы серого и молочно-белого кварца и образует относительно хорошо ограненные кристаллы размером 20–30 см. Более поздняя генерация кварца выполняет жеоды, образуя друзы, в которых наблюдаются идиоморфные кристаллы кварца размером 15–30 см и светло-фиолетовые щетки аметиста размером от 3 до 10–12 см.

Друзы имеют также зональное строение: стенки жеод выстланы мелкокристаллическим светлым и прозрачным кварцем, а сверху на него нарастает фиолетовый аметист. Присутствие крупных кристаллов горного хрусталя с прозрачными верхушками, друз и жеод аметиста позволяет рассматривать это проявление как перспективное на пьезокварц.

**Корунд.** На территории листа известно два типа корундовой минерализации. В Хибинском щелочном массиве изучены [490] три проявления поделочного корунда: руч. Свинцовый (I-7-33), руч. Корундовый (I-7-35) и Синий Платочек (I-7-37). Кроме того, корунд присутствует в ряде метасоматических тел, относящихся к серии региональных метасоматитов климовского метасоматического комплекса Беломорской зоны. К ним относятся малое месторождение Хестоустров (III-7-6) и рудопроявления Перкуселькя II (I-4-2), Перкуселькя I (I-4-3), Дядина Гора (III-6-10), Варацкое (III-7-35). На всех этих объектах, кроме рудопроявлений Перкуселькя I и II, проводи-

лись поисково-оценочные работы на ограночный и коллекционный корунд, которые получили положительную оценку на коллекционное сырье [580, 646].

Месторождение Хетостров находится в 9,6 км к северу от пос. Чупа, в северной части острова Хетостров на Верхне-Пулонгском озере [575, 646]. Оно представлено зональным телом метасоматитов по кианит-гранат-биотитовым гнейсам беломорского комплекса, центральная часть которого сложена корундсодержащими плагиоклазами, а периферическая – ставролит-гранат-биотит-амфибол-плагиоклазами метасоматитами с корундом или кианитом. Три продуктивные зоны северо-западного простирания – Новая, Юбилейная и Северная имеют соответственно мощность 6, 14 и 30 м и протяженность 30, 90 и 34 м. Порфиробласты корунда размером 1–5 см, в среднем 1,5 см, бледно- или ярко-розового, иногда фиолетового цвета хорошо ограненные. Преобладают столбчатые, удлиненные разновидности. Содержание корунда варьирует от 4,4–6,5 кг/м<sup>3</sup> в зоне Юбилейная до 7,66 кг/м<sup>3</sup> в зоне Новая. Запасы коллекционного сырья по трем зонам категории С<sub>2</sub> составляют 320 т.

**Поделочная брекчия.** Рудопоявление Хабозерское (I-6-48) расположено в 1,5 км к западу от ст. Хабозеро и представляет собой зону окварцевания, мусковитизации и гематитизации (до 30% гематита) биотитовых гнейсов беломорского комплекса широтного простирания, шириной до 70 м [580]. Продуктивное тело сложено тектонической брекчией с тонкозернистым полевошпат-кварц-гематитовым цементом вишнево-красного цвета, содержащей до 50% обломков различной формы размером от 0,2–0,3 до 50 см. Длина тела 500 м, мощность от 1 до 5 м, в среднем 2 м. Обломки биотитовых гнейсов окварцованы и гематитизированы. В породе развиты извилистые халцедоновые прожилки. Пригодна как декоративный камень. Выход поделочного сырья – 50%.

**Астрофиллит, тингуаит.** Источником поделочного камня и коллекционного сырья является Хибинский плутон, породы которого содержат большое количество редких коллекционных минералов и сами являются интересным поделочным сырьем. Наибольший интерес представляют тингуаит и астрофиллит. На площади плутона известно два месторождения тингуаита: Поачвумчоррское (I-7-32), Тахтарвумчоррское (I-7-42), одно месторождение астрофиллита – Эвеслогчоррское (I-7-40) и три проявления – Водораздельное (I-7-18), Жила Семихинская (I-7-29) и Любительское (I-7-39). Все объекты детально изучены [587], по месторождениям подсчитаны запасы сортового камня, велась отработка ГП «Северкварцсамоцветы».

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Магматические породы

**Кислые интрузивные породы.** Гранитные породы разнообразного состава пользуются на территории широким распространением. Из 15 месторождений, вынесенных на карту, девять учитываются Госбалансом

запасов строительных камней, а шесть – учтено балансом облицовочных камней. Эксплуатируются на данный момент восемь месторождений. Месторождения являются средними и малыми по запасам.

Среднее эксплуатируемое месторождение облицовочного гранита Кузреченское (III-8-3) [328] расположено в Терском районе, в 25 км от порта Умба и занимает восточный склон возвышенности с отметкой 62,8 м. Месторождение расположено в юго-западной части Умбинского гранитного массива, сложено плагиомикроклиновыми гранитами раннепротерозойского возраста с жилами мелкозернистого аплита, пегматита, кварцевыми жилами и дайками палеозойских щелочных лампрофиров. Выделяются три разновидности гранита – мелко-, крупнопорфириобластовые и пегматоидные, связанные постепенными переходами. Гранит серо-розового и розово-серого цвета. Мощность полезной толщи 5–23 м. Вскрыша представлена рыхлыми четвертичными отложениями элювиально-делювиального и ледникового происхождения. Средняя мощность вскрышных пород в контуре подсчета запасов 5,2 м.

Физико-механические показатели свойств гранита (средние значения): объемная масса 2,64 г/см<sup>3</sup>, плотность 2,66 г/см<sup>3</sup>, пористость 0,75%, водопоглощение 0,1%, истираемость 0,14 г/см<sup>2</sup>, коэффициент размягчения 0,86, предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии 1750 кг/см<sup>2</sup>, в водонасыщенном – 1590 кг/см<sup>2</sup>, морозостойкость не менее 100 циклов.

Результаты исследований показали пригодность гранита в качестве сырья для получения блоков, плит, архитектурно-строительных изделий и бортового камня. В связи с высокой декоративностью гранита его использование для производства строительного щебня и песка, а также бортового камня нецелесообразно. Балансовые запасы гранита по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 2178 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>2</sub> – 844 тыс. м<sup>3</sup>.

**Средние интрузивные породы. Гнейсо-диорит.** Единственное малое месторождение гнейсо-диорита Диоритовое (I-4-4) [328] расположено в Ковдорском районе, в 6,5 км к северо-западу от г. Ковдор. Большая часть месторождения (около 80%) представлена гнейсо-диоритом мелко-, среднезернистого строения, гнейсовидного и полосчатого сложения. В зависимости от содержания темноцветных минералов гнейсо-диорит подразделяется на биотитовые, амфибол-биотитовые или амфиболовые разновидности. Эти разновидности составляют полезную толщу мощностью 5–23,8 м (средняя 16,2 м). Вскрыша – морена и элювиально-делювиальные отложения (в северной и западной частях месторождения). Мощность вскрыши 0–5 м (средняя 0,87 м). Месторождение числится на Госбалансе в резерве. Запасы на 1.01.2009 г. по категории А + В + С<sub>1</sub> – 1568 тыс. м<sup>3</sup>.

**Основные и ультраосновные интрузивные породы.** Все 14 месторождений основных и ультраосновных пород находятся на территории Мурманской области и Карельской Республики. Девять из них числятся на Госбалансе запасов облицовочных камней, а три на Госбалансе запасов строительных камней. Все они являются малыми, за исключением крупного месторождения габбро-норита Черная Салма (III-7-27) [328].

Месторождение расположено в Лоухском районе, на берегу Чупинского залива Белого моря, в 25 км к востоку от станции Чупа. Оно приурочено к Черносалминскому массиву габбро-норитов, которые слагают 92,2% объема полезной толщи двух разновидностей: в западной и восточной зонах массива развиты оливиновые габбро-нориты с голубым плагиоклазом, в центральной зоне – друзиты (метагаббро-нориты с розовой вкрапленностью гранат-плагиоклазового состава). Вскрыша – четвертичные отложения, развиты на 60% площади месторождения, средней мощностью 1,6 м, коэффициент вскрыши 0,07.

По характеру трещиноватости породы полезной толщи перспективны на добычу крупных блоков. Габбро-норитовый скол пригоден в качестве магнезиальной добавки в каменолитейном производстве. Кроме того, из габбро-норитов можно получить бутовый камень, а также архитектурно-строительные изделия из природного камня. Месторождение эксплуатируется, запасы на 1.01.2009 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 3193 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>2</sub> – 7915 тыс. м<sup>3</sup>.

**Щелочные интрузивные породы. Хибинит.** Два малых месторождения хибинита –Ловчорр (I-7-61) и Айкуайвенчорр (I-7-60) расположены в Мурманской области, рядом с г. Кировск. Оба они находятся в разведке и учитываются балансом запасов облицовочных камней [490].

Месторождение Айкуайвенчорр расположено в 4,5 км к юго-востоку от г. Кировск. Месторождение приурочено к южной части Хибинского щелочного массива. Полезным ископаемым являются зеленовато-серые среднезернистые трахитоидные хибиниты, прорванные дайками мелкозернистых нефелиновых сиенитов и жилами щелочных пегматитов. Мощность полезной толщи от 26,7 до 36,7 м. Физико-механические свойства хибинита (в среднем): объемный вес 2,64 г/см<sup>3</sup>, удельный вес 2,7 г/см<sup>3</sup>, пористость 1,1%, водопоглощение 0,2%, предел прочности при сжатии в сухом состоянии 2150 кг/см<sup>2</sup>, в водонасыщенном – 1950 кг/см<sup>2</sup>, после замораживания – 1750 кг/см<sup>2</sup>, марка морозостойкости Мрз-50.

Плиты из хибинитов хорошо полируются, шлифуются и являются высокодекоративным облицовочным материалом. При разработке месторождения возможно попутное получение бутового камня (55% горной массы) и щебня для строительных работ (23%).

**Кислые эффузивные породы. Геллефлинт.** Единственное крупное месторождение геллефлинта Костомукшское (V-4-13) находится в 5 км к северо-востоку от ж. д. ст. Костомукша [328]. В качестве полезного ископаемого рассматриваются кислые породы, приуроченные к одноименному железорудному месторождению. Промышленная толща имеет максимальную мощность (более 600 м) в центральной части месторождения и выклинивается к ее флангам.

Геллефлинты представляют собой слаборассланцованные, кварцитовидные породы светло-серого и серого цвета, иногда с розовым оттенком. Структура пород тонкозернистая, порфириовидная, текстура массивная или полосчатая. Минеральный состав (%): плагиоклаз (альбит, альбит-олиго-

клез) – 50–70; кварц – 25–35; микроклин – 3–10; биотит – 3–15; мусковит, хлорит – 1–10. Средний химический состав (%):  $\text{SiO}_2$  – 69,59;  $\text{TiO}_2$  – 0,09;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 17,69;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,58;  $\text{FeO}$  – 0,81;  $\text{MgO}$  – 0,79;  $\text{CaO}$  – 2,86;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 5,34;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,25. Физико-механические свойства: объемная масса 2,65 г/см<sup>3</sup>, водопоглощение 0,1%, плотность 2,68 г/см<sup>3</sup>, пористость 1,1%, механическая прочность при сжатии (кг/см<sup>2</sup>) – в сухом состоянии 1200–2000, в водонасыщенном 1000–1800, после замораживания 800–1600. Геллефлинты представляют большой интерес не только в качестве сырья для получения щебня, но и для других отраслей промышленности (в производстве керамических изделий, стекла, для каменного литья). Месторождение эксплуатируется, запасы на 1.01.2009 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 103 194 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>2</sub> – 30 218 тыс. м<sup>3</sup>.

**Карбонатные породы (известняк и доломит).** Карбонатные породы представлены одним месторождением известняка Титан (I-7-76) и одноименным месторождением доломита (I-7-76). Все эти месторождения находятся на Госбалансе.

### Глинистые породы

**Глины кирпичные, суглинки.** На территории листа расположено 10 месторождений глин и суглинков, пять из них стоят на Госбалансе в Госрезерве. Восемь месторождений находятся на территории Республики Карелия. Все месторождения глин и суглинков связаны с четвертичными отложениями и по генезису относятся к морским глубоководным фациям позднелепистоцен-голоценового и голоценового возраста. Они развиты в основном в прибрежной полосе Белого моря и по врезанным речным долинам, глубоко уходящим во внутренние части территории Северной Карелии. Глины слоистые, очень пластичные. Площадь развития морских глин может достигать сотен квадратных километров, мощность – 20 м, ресурсный потенциал этого типа месторождений глинистых пород весьма значителен (Шуерецкое (V-8-18), Летнереченское (VI-8-40), Кемское (V-8-14)).

### Обломочные породы

**Песчано-гравийный, валунно-гравийно-галечно-песчаный материал.** Песчано-гравийные отложения широко развиты на данной территории. Всего на карту вынесено 56 месторождений, большинство из которых находится на Государственном балансе запасов. Месторождения представляют собой образования ледниковых комплексов позднелепистоценного возраста (осташковский горизонт) и позднелепистоцен-голоценового возраста. Это преимущественно флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения, реже месторождения приурочены к образованиям краевой морены (Кукисвумчорр, Коштумуш, 144-й км) и основной (Нижнее Летнее). Часть месторождений – плешевые фации озерных и морских

осадков позднелепистоцен-голоценового возраста. В основном это мелкие месторождения. Средние месторождения: Уполокша-2 (I-5-9), 23-й км (II-8-31), Боярское (IV-7-6), Полвьярви (V-4-21). Среднее, эксплуатируемое месторождение Полвьярви расположено в Калевальском районе, в 26 км к северо-западу от г. Костомукша. Территория месторождения представляет собой озовые гряды высотой от 6 до 10 м. Полезная толща сложена гравийно-песчаным материалом валдайского надгоризонта, мощность ее 9 м. Вскрыша – мелко-, тонкозернистые пески, почвенно-растительный слой мощностью 0,2 м. Подстиляется полезная толща коренными породами – гранитами.

Гравий на 85–90% состоит из крепких пород, слабых – от 0 до 10%, вредных для бетона – от 0 до 10. Пески-отсевы полевошпат-кварцевые (%): кварц – 26–38, полевошпат – 10–20, обломки пород (граниты, гнейсы) – 42–61, слюда – 0,1–0,7. Гравий может использоваться для строительных работ в качестве заполнителя тяжелого бетона и асфальтобетона. Щебень из валунов – для строительных работ. Песок пригоден для строительных работ в качестве заполнителя асфальтобетона и тяжелого бетона. Месторождение эксплуатируется, запасы на 1.01.2009 г. по категориям А + В + С<sub>1</sub> – 61 663 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>2</sub> – 719 тыс. м<sup>3</sup>.

**Песок строительный.** Месторождения строительных песков, как и песчано-гравийные месторождения, развиты повсеместно. В Мурманской области и Карельской Республике все балансовые месторождения мелкие. Строительные пески и песчано-гравийные образования встречаются часто совместно, они приурочены к флювиогляциальным и озерно-ледниковым осадкам позднелепистоцен-голоценового и позднелепистоценового возраста, редко к позднелепистоцен-голоценовым озерным осадкам. На западе данной территории вынесено на карту девять балансовых комплексных месторождений. Из них эксплуатируются Южное (I-4-16), Ниттис (I-6-53), Седловатое (II-5-16) и др. по ПГМ, остальные находятся в Госрезерве.

Комплексное месторождение Уполокша-2 (I-5-9) расположено в Ковдорском районе, в 6 км к северо-западу от ж. д. ст. Уполокша [328]. Месторождение приурочено к верхнелепистоценовым флювиогляциальным отложениям, слагающим озовую гряду и ряд всхолмлений северо-западного простирания. Полезные ископаемые представлены валунно-гравийно-песчаным материалом с прослоями и линзами гравийно-песчаной смеси и песков различной зернистости. Мощность полезной толщи от 1 до 16,6 м (средняя 5,9 м). Среднее содержание (%) валунов – 11,3, гравия – 16,9, песка – 71,8.

В восточной части месторождения преобладают пески от мелко- до крупнозернистых и гравийно-песчаных разностей. Петрографический состав полезного ископаемого однороден. Валунные породы представлены в основном крепкими изверженными и метаморфическими породами, аналогичен и состав гравия. Пески по составу полимиктовые. В составе полезной толщи выделены три разновидности пород:

1. Валунно-гравийно-песчаные материалы, которые содержат валунов 11,3%, гравия 16,9%, песка 71,8%. Сырье пригодно для производства строительного и балластного щебня, гравия и песка для строительных работ.

2. Пески средние, крупные и гравийно-песчаная смесь, которые являются естественным гравийно-песчаным балластом.

3. Пески мелкие и средние с гравием 2,9%, пригодные после удаления гравия для строительных работ для приготовления строительных растворов. Песок и гравий могут использоваться в качестве заполнителей для тяжелого бетона.

По количеству песчано-гравийного материала месторождение является средним по запасам, по песку – мелкое. Запасы песка по категориям В + С<sub>1</sub> – 6202 тыс. м<sup>3</sup>, по ПГМ по категориям А + В + С<sub>1</sub> – 8984 тыс. м<sup>3</sup>.

### ПРОЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

**Кварцит.** На данной территории известно три малых месторождения кварцита – Щучья Губа (I-6-26), Вуручуйвенч (I-7-6) и Рижгубское (I-7-7), расположенных на западном берегу оз. Имандра. Кварциты указанных месторождений залегают в виде линз и пластов среди пород умбинской свиты Имандра-Варзугской грабен-синклинали. Рижгубское месторождение прослежено по простиранию на 1750 м при средней мощности 15 м. Месторождение находится на Госбалансе, с запасами на 1.01.2009 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 11 935 тыс. т, Госрезерв. Кварциты представляют интерес как флюс в металлургической промышленности [490].

**Карбонатит.** Карбонатиты представлены на карте проявлением Восточно-Карбонатитовое (III-5-29) и крупным эксплуатируемым месторождением Ена-Ковдорское (I-4-9), расположенным вблизи г. Ковдор, в бассейне р. Ена [328]. Месторождение приурочено к палеозойскому массиву ультраосновных и щелочных пород. Полезная толща представлена карбонатитами. Месторождение состоит из двух участков: Пилькома Сельга и Воцувара. На первом из них карбонатиты образуют два близко расположенных штокообразных тела (Восточная и Западная линзы) причудливых очертаний на поверхности и на глубине. Вскрытая мощность Восточной линзы 12–157 м, Западной – 8–98 м. Абсолютные отметки поверхности месторождения 230–325 м. Вскрыша представлена мореной песчаного и суглинистого состава, валунами, реже элювиальными скоплениями галечно-валунного материала с мелкоземом. Мощность вскрыши 0–9,7 м. В верхней части массива, до глубины 5,1–40 м (Пилькома Сельга) и 0,1–9,0 м (Воцу-ваара) карбонатиты интенсивно выветрены.

Месторождение разведано в качестве сырьевой базы металлургической и цементной промышленности: на участке Воцу-ваара – для строительной извести и известняковой муки, на участке Пилькома Сельга – для негашеной извести, для производства силикатного кирпича.

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ

Основные задачи использования подземных вод на территории листа – обеспечение водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, а также развитие курортов на минеральных лечебных водах и лечебных грязях.

**Минеральные воды.** В пределах Балтийского щита минеральные воды пользуются ограниченным распространением. Известны единичные проявления радоновых вод. В Карелии южнее г. Костомукша известны четыре источника радоновых вод (VI-5-11, 12, 13, 14). Перспективы использования радоновых вод на территории листа могут быть определены только при специальных исследованиях их режима и определения ресурсов. В пределах площади листа известно одно месторождение минеральных вод – Мончегорское (I-6-14), которое разведано до категории В. Месторождение расположено в пределах Мончегорского плутона, связано с водоносным горизонтом трещинных вод, вскрытым на уровне –340–350 м. Статический уровень составляет 1,7–2,5 м, высота напора более 500 м. По химическому составу минеральная вода хлоридно-натриевая с минерализацией 3,4–4,0 г/дм<sup>3</sup>, йодно-бромная (содержание йода до 7 мг/дм<sup>3</sup>, брома до 57 мг/дм<sup>3</sup>), сильнощелочная (рН 9,4–10,5) и пригодна для бальнеологического использования. В течение длительной откачки установлено постоянство физических величин (дебита и понижения), химического и газового состава минеральных вод. Эксплуатационные запасы минеральных вод, прошедшие экспертизу (тыс. м<sup>3</sup>/сут): по категории В – 0,011, С<sub>1</sub> – 0,008, всего – 0,019 (ТКЗ 1986 г., протокол 1322).

**Питьевые пресные воды** имеют повсеместное распространение на Балтийском щите, как в четвертичных рыхлых отложениях, так и в дочетвертичных рыхловатых породах. Однако в связи с тем, что эта территория не испытывает острого дефицита в пресных подземных водах в силу очень развитой речной и озерной сети, содержащей большие ресурсы пресной воды в основном хорошего качества, в настоящее время в пределах листа разведано 17 месторождений подземных вод. Все они связаны с водоносными горизонтами четвертичных отложений. Разведанные запасы месторождений (тыс. м<sup>3</sup>/сут): Ковдорское (I-4-16) – 32, Малая Белая (I-7-88) – 30, эксплуатируемое месторождение Вудъяврское (I-7-90) – 32,8, и Лейпинское (I-4-18) – 0,74 и др. Неблогорское месторождение (II-5-17) связано с зоной трещиноватости гнейсов. Его разведанные запасы невелики и составляют всего 0,144 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

**Грязи лечебные.** На территории листа известно одно малое месторождение Палкина Губа (II-6-18) и два проявления (Оз. Травяное, I-6-49 и Оз. Сопчъявр, I-6-54 [668]) лечебных грязей в Мурманской области.

Месторождение Палкина Губа разведано в 1990 г. и, единственное на территории листа, имеет утвержденные балансовые запасы. Лечебные грязи в виде линз залегают на глубине 10–24 м в приливо-отливной зоне

центральной части одноименной губы Белого моря. Площадь продуктивной залежи составляет  $1,7 \text{ км}^2$ , средняя мощность  $0,3 \text{ м}$ . Лечебные иловые грязи по физико-химическим показателям соответствуют среднеминерализованным слабосульфидным иловым грязям. На Северном и Южном участках месторождения балансовые запасы (тыс.  $\text{м}^3$ ) по категории В –  $473,4$  и  $\text{С}_1$  –  $278,5$ , забалансовые запасы –  $248,2$  [622].

---

---

---

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

### МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЕ ЭПОХИ

Вопросы региональной минерагении региона подробно рассмотрены во многих публикациях [135, 183, 206, 317, 318, 329]. На территории листа основные процессы рудообразования происходили во время позднеархейской, раннепротерозойской и палеозойской минерагенических эпох с присутствием им минерагенической зональностью. Под минерагенической эпохой понимается длительный возрастной интервал развития, в ходе которого формируется закономерный ряд эндогенных и экзогенных полезных ископаемых [183].

В позднеархейскую (лопийскую, 3,05–2,5 млрд лет) минерагеническую эпоху в пределах Карельской и Кольской минерагенических субпровинций были сформированы месторождения и рудопроявления железа, серного колчедана, золота, молибдена, меди, никеля. Данные рудные объекты локализованы в архейских зеленокаменных поясах и их непосредственном обрамлении. Позднеархейская региональная минерагеническая зональность определяется наличием в пределах Карельской гранит-зеленокаменной и Кольской гранит-зеленокаменной областей разновозрастных и разнопорядковых зеленокаменных поясов двух типов – собственно зеленокаменных и сланцевых. Для первого характерно серноколчеданное и медно-никелевое оруденение, для второго – железистые кварциты.

В метаморфизованных вулканогенно-осадочных комплексах зеленокаменных поясов с прорывающими их гранитоидами и разнообразными метасоматитами локализованы характерные рудные формации – колчеданные, колчеданно-полиметаллические, медно-молибденовые, золото-сульфидные, золото-кварцевые. Гидротермально-метасоматические преобразования имели существенное значение или были ведущими в формировании многих рудных объектов. В некоторых МЗ проявлены как позднеархейские, так и поздне-раннепротерозойские процессы. В Беломорской складчатой зоне, сформировавшейся в позднем архее как коллизионная структура, процессы рудообразования имели редуцированный характер.

Раннепротерозойская минерагеническая эпоха (2,5–1,65 млрд лет) подразделяется на несколько этапов. В ранний этап (2,5–2,4 млрд лет) закладывались сумийско-сариолийские приразломные

прогибы, трансформные разломы, развитие которых сопровождалось внедрением даек и расслоенных интрузий основного–ультраосновного состава. С этими интрузиями связаны медно-никелевые, хромовые руды, а также благороднометалльная минерализация (включая элементы платиновой группы). В Шомбозерско-Лехтинском рудном районе фиксируются золото-сульфидно-кварцевые жилы.

В ятулийский этап (2,3–2,1 млрд лет) происходит главным образом накопление сингенетических концентраций меди и золота в вулканогенных и терригенных образованиях. Более значительные концентрации золота и меди в кварцито-песчаниках связаны с более поздними наложенными гидротермально-метасоматическими процессами.

В свекофеннский период (1,9–1,75 млрд лет) наблюдается, помимо изменения условий осадконакопления и эндогенных процессов, перестройка структурного плана территории. Вследствие этого образуются новые специализированные геологические комплексы людиковия, калевия и вепсия (терригенные, карбонатно-вулканогенные, черносланцевые и другие породы). Полифациальный региональный метаморфизм свекофеннского возраста и связанный с ним метасоматоз оказали существенное влияние на регенерацию, перекристаллизацию и формирование новых гидротермально-метасоматических типов руд. В этот период образуются серии метасоматитов, различающиеся своей минерагенической специализацией, которая зависит от термодинамических условий их образования. В тот же период в Беломорском блоке в зонах наложенного метаморфизма формируются крупные рудные районы промышленных мусковитовых и керамических пегматитов и проявления золота в метасоматитах. Золоторудные объекты в протерозойских структурах локализируются в зонах складчато-разрывных дислокаций (СРД), сдвиговых зонах, в метасоматитах альбитит-березитового ряда, представлены золотосульфидным и золото-кварцевым формационными типами.

В раннем протерозое минерагеническая зональность отражает существование Карельского кратона (массива) и обрамляющих его подвижных поясов (с юго-запада – Свекофеннского, с северо-востока – Беломорского). Внутри Карельского кратона зональность определяется наличием интра- и перикратонных протерозойских прогибов, а также характером их сочленения (конформным или дисконформным) с архейскими зеленокаменными трогами. Минерагеническая зональность Кольской провинции отражает ее мозаичное строение, возникшее в результате неоднократных коллизий.

Позднепротерозойская (рифейская) минерагеническая эпоха (1,65–0,6 млрд лет). Наиболее значительными минерагеническими событиями этого времени явилось формирование крупных и гигантских месторождений урана региональных поверхностей несогласий (Канадский и Австралийский щиты), в этой связи поверхности предрифейского и предвендского несогласий остаются неочень ценными, а также плутонические комплексы алмазоносных лампроитов (Костомукшский алмазоносный ПРУ).

Минерагения палеозойской эпохи с характерным для нее комплексом месторождений обусловлена формированием комплексов

щелочных и щелочно-ультраосновных интрузий и проявленных в связи с ними метасоматических пород. Проявления процессов палеозойской активизации особенно контрастно выражены в пределах центральной части Кольского полуострова. Здесь локализуются сложные кольцевые интрузии щелочных, щелочно-ультраосновных пород, с которыми связаны крупнейшие апатитовые, редкоземельные, а также карбонатитовые магнетит-флогопит-редкоземельные месторождения. Наиболее крупные щелочные интрузии образуются на пересечении систем разломов различного простирания вплоть до формирования тройных сочленений (Хибины). С щелочно-ультраосновными интрузиями ассоциируют также месторождения железа, флогопита и вермикулита.

## МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

На карте полезных ископаемых выделены минерагенические зоны, рудные районы и узлы. Все они входят в состав Карело-Кольской минерагенической провинции, соответствующей Балтийскому щиту и подразделяющейся на три субпровинции: Кольскую, Беломорскую и Карельскую. В пределах субпровинций выделяются одна минерагеническая область, семь минерагенических зон (МЗ) и шесть рудных (РР) и потенциальных рудных (ПРР) районов. Их названия и специализация указаны в легенде. В контурах зон и районов обособляются рудные (РУ) и потенциальные рудные (ПРУ) узлы (фрагменты зон с обнаруженными месторождениями и/или рудопроявлениями). Всего на карте показано 17 рудных и потенциально рудных узлов.

Минерагенические зоны ограничивают территории, в пределах которых комплексно проявлены региональные факторы рудоносности. Основными из них для минерагенической провинции Балтийского щита являются:

- наличие минерагенически специализированных комплексов (осадочных, вулканогенных, интрузивных), служащих источником рудного вещества;
- наличие проницаемых структурных зон, служащих подводящими каналами для расплавов и/или флюидов;
- наличие рудоносных метасоматитов;
- полихронность рудообразования (перераспределение архейских рудных концентраций в протерозойское время, что приводит к обогащению руд).

При выделении минерагенических зон учтены все главные факторы рудоносности. Количество рудных объектов отражает интенсивность процессов рудообразования. По своему масштабу минерагенические зоны примерно соответствуют главным региональным структурам, определяющим геологическое строение территории. К их числу относятся: зелено-каменные пояса позднего архея; раннепротерозойские синклинии, грабен-синклинали, приразломные синклинали; зоны глубинных разломов, складчато-разрывных дислокаций, зоны сочленения тектонических областей с интенсивно проявленными магматическими, метаморфическими и метасоматическими образованиями; зоны палеозойской тектоно-магматической активизации.

## Общая оценка минерально-сырьевого потенциала минерагенических подразделений

| № п.п.                                                                                              | Название, ринг и индекс подразделения                                                         | Полезные ископаемые            | Единицы измерения | Площадь в пределах листа, км <sup>2</sup> | Запасы категорий А, В и С |        |                |                          |                | Забалансовые запасы | Глубина прогноза, м | Прогнозные ресурсы |                |                        | Источник информации |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|---------------------------|--------|----------------|--------------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------|------------------------|---------------------|-----|
|                                                                                                     |                                                                                               |                                |                   |                                           | А                         | В      | С <sub>1</sub> | Сумма А+В+С <sub>1</sub> | С <sub>2</sub> |                     |                     | Р <sub>1</sub>     | Р <sub>2</sub> | Р <sub>3</sub> или МП* |                     |     |
| <b>Кольская субпровинция</b>                                                                        |                                                                                               |                                |                   |                                           |                           |        |                |                          |                |                     |                     |                    |                |                        |                     |     |
| 1                                                                                                   | Кольская железорудная область 1Fe/AR <sub>2</sub>                                             | Fe                             | млн т             | 823                                       |                           |        |                |                          |                |                     | 500                 | 113,5              |                |                        | 243                 |     |
| 2                                                                                                   | Панско-Федоровогундровский благороднометалльный узел 0.0.1.Pt/PR <sub>1</sub>                 | МПГ                            | т                 | 418                                       |                           |        | 246,9          | 246,9                    | 158,4          |                     | 300                 |                    | 100            |                        | 165                 |     |
|                                                                                                     |                                                                                               | Cu                             | тыс. т            |                                           |                           |        | 192,8          | 192,8                    | 102,7          |                     |                     |                    |                |                        |                     |     |
|                                                                                                     |                                                                                               | Au                             | т                 |                                           |                           |        | 12,4           | 12,4                     | 5,5            |                     |                     |                    |                |                        |                     |     |
| Имандра-Варзугская потенциальная золоторудная зона 2Au/AR <sub>2</sub> -PR <sub>1</sub>             |                                                                                               |                                |                   |                                           |                           |        |                |                          |                |                     |                     |                    |                |                        |                     |     |
| 3                                                                                                   | Сергозерский потенциальный золоторудный район 2.0.2.Au                                        | Au                             | т                 | 1366                                      |                           |        |                |                          |                |                     | 200                 |                    |                | 57                     | Авторская оценка    |     |
| Печенга-Имандра-Варзугская благороднометалльно-хром-медно-никелевая зона 3.Ni,Cu,Cr/PR <sub>1</sub> |                                                                                               |                                |                   |                                           |                           |        |                |                          |                |                     |                     |                    |                |                        |                     |     |
| 4                                                                                                   | Мончегорский хром-медно-никелевый РУ 3.0.1 Ni,Cu,Cr                                           | NI                             | тыс. т            | 569                                       |                           |        |                |                          |                | 464,6               | 500                 |                    |                | 500                    | 243                 |     |
|                                                                                                     |                                                                                               | Cu                             | тыс. т            |                                           |                           |        | 3,4            | 3,4                      | 24,8           | 257,5               | 500                 |                    |                | 250                    | 243                 |     |
|                                                                                                     |                                                                                               | Cr                             | млн т             |                                           |                           | 0,3    | 4,5            | 4,8                      | 4,7            |                     | 200                 | 21,4               |                |                        |                     | 170 |
|                                                                                                     |                                                                                               | МПГ                            | т                 |                                           |                           |        | 4              | 4                        | 30,2           |                     | 200                 |                    |                |                        | 65                  | 165 |
| Минерагенические зоны и рудные узлы рифейского и палеозойского возраста                             |                                                                                               |                                |                   |                                           |                           |        |                |                          |                |                     |                     |                    |                |                        |                     |     |
| 5                                                                                                   | Хибинский редкометалльно-нефелин-апатитоносный РУ 0.0.2. Ar,Al/D <sub>3</sub> -C <sub>1</sub> | Апатит                         | млн т             | 1324                                      | 67,7                      | 120,5  | 293,7          | 481,9                    | 48,1           |                     |                     | 15,3               |                |                        | 157                 |     |
|                                                                                                     |                                                                                               | Апатит-нефелиновые руды        | млн т             |                                           | 471,3                     | 829,3  | 2261,3         | 3561,9                   | 425,8          |                     |                     | 109,1              |                |                        | 157                 |     |
|                                                                                                     |                                                                                               | Cs                             | тыс. т            |                                           | 0,058                     | 0,12   | 2,7            | 2,878                    | 0,27           |                     |                     |                    |                |                        |                     | 167 |
|                                                                                                     |                                                                                               | Rb                             | тыс. т            |                                           | 18,03                     | 32,46  | 241,14         | 291,63                   | 38,32          |                     |                     |                    |                |                        |                     | 167 |
|                                                                                                     |                                                                                               | Ga                             | тыс. т            |                                           | 2,46                      | 13,92  | 62,85          | 79,23                    | 10,08          |                     |                     |                    |                |                        |                     | 167 |
|                                                                                                     |                                                                                               | TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | тыс. т            |                                           | 575,8                     | 2164,6 | 7911           | 10651,4                  | 1190,8         |                     |                     |                    |                |                        |                     | 168 |





| № п.п. | Название, ринг и индекс подразделения                                           | Полезные ископаемые            | Единицы измерения | Площадь в пределах листа, км <sup>2</sup> | Запасы категорий А, В и С |   |                |                          |                | Забалансовые запасы | Глубина прогноза, м | Прогнозные ресурсы |                |                        | Источник информации |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|---------------------------|---|----------------|--------------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------|------------------------|---------------------|
|        |                                                                                 |                                |                   |                                           | А                         | В | С <sub>1</sub> | Сумма А+В+С <sub>1</sub> | С <sub>2</sub> |                     |                     | Р <sub>1</sub>     | Р <sub>2</sub> | Р <sub>3</sub> или МП* |                     |
| 20     | Елетьозерский аптит-редкоземельно-титановый РУ 0.0.6 Ti, TR, ap/PR <sub>1</sub> | Ti                             | млн т             | 434                                       |                           |   |                |                          |                | 102,269             |                     |                    |                | 326                    |                     |
|        |                                                                                 | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | тыс. т            |                                           |                           |   |                | 0,355                    |                |                     |                     | 2                  |                | 326                    |                     |
|        |                                                                                 | La                             | тыс. т            |                                           |                           |   |                |                          |                |                     |                     |                    |                | 16,9                   | 326                 |
|        |                                                                                 | Ce                             | тыс. т            |                                           |                           |   |                |                          |                |                     |                     |                    |                | 44                     | 326                 |
|        |                                                                                 | Апатит                         | млн т             |                                           |                           |   |                |                          |                |                     |                     |                    | 62.7           |                        | 327                 |
| 21     | Куола-Панаярвинский уран-золоторудный район 0.4.Au,U/PR <sub>1</sub>            | Au                             | т                 | 2673                                      |                           |   |                |                          | 0,12           |                     | 200                 | 0,54               | 58,8           | 243,авторская оценка   |                     |
| 22     | Костомукшский потенциальный алмазоносный узел 0.0.7.di/RF                       | Алмазы                         | млн карат         | 2780                                      |                           |   |                |                          |                |                     | 300                 |                    | 4,5            | 45                     | 243                 |

## Сводная таблица прогнозных ресурсов полезных ископаемых

| Группа ископаемых  | Подгруппа полезных ископаемых            | Вид полезного ископаемого                                             | Количество прогнозируемых объектов | Категория прогнозных ресурсов           | Прогнозные ресурсы |
|--------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| Металлические      | Черные металлы                           | Железо                                                                | 1 МО,<br>2 РУ                      | P <sub>1</sub> , млн т                  | 329,7              |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>2</sub> , млн т                  | 206                |
|                    |                                          | Хром                                                                  | 1 РУ                               | P <sub>1</sub> , млн т                  | 21,4               |
|                    | Цветные металлы                          | Медь                                                                  | 1 РУ                               | P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> , тыс. т | 2,5                |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>3</sub> , тыс. т                 | 250                |
|                    |                                          | Никель                                                                | 1 РУ                               | P <sub>3</sub> , тыс. т                 | 500                |
|                    |                                          | Молибден                                                              | 2 ПРУ                              | P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> , тыс. т | 79,52              |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>3</sub> , тыс. т                 | 363,3              |
|                    | Алюминий (нефелиновое сырье)             | 1 РУ                                                                  | P <sub>1</sub> , млн т             | 109,1                                   |                    |
|                    | Редкие металлы и редкоземельные элементы | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>ZrO <sub>2</sub><br>Лантан<br>Церий | 1 РУ                               | P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> , тыс. т | 2                  |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>1</sub> , тыс. т                 | 300                |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>3</sub> , тыс. т                 | 16,9               |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>3</sub> , тыс. т                 | 44                 |
|                    | Благородные металлы                      | Золото                                                                | 1 РР,<br>1 ПРР,<br>3 РУ,<br>4 ПРУ  | P <sub>1</sub> , т                      | 7,11               |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>2</sub> , т                      | 48,74              |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> , т      | 31                 |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>3</sub> , т                      | 249                |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | МП, т                                   | 29,5               |
|                    |                                          | МПГ                                                                   | 2 РУ,<br>2 ПРУ                     | P <sub>1</sub> , т                      | 21,2               |
| P <sub>2</sub> , т |                                          |                                                                       |                                    | 195,1                                   |                    |
| P <sub>3</sub> , т |                                          |                                                                       |                                    | 65                                      |                    |
|                    |                                          | МП, т                                                                 | 58,5                               |                                         |                    |
| Неметаллические    | Оптические материалы                     | Кварц оптический                                                      | 1 ПРУ                              | P <sub>1</sub> , тыс. т                 | 20,3               |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>2</sub> , тыс. т                 | 20                 |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>3</sub> , тыс. т                 | 42,2               |
|                    | Минеральные удобрения                    | Апатит                                                                | 2 РУ                               | P <sub>1</sub> , млн т                  | 15,3               |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> , млн т  | 62,7               |
|                    | Керамическое и огнеупорное сырье         | Пегматит керамический                                                 | 1 РР                               | P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> , млн т  | 0,9                |
|                    | Горнотехническое сырье                   | Мусковит листовый                                                     | 1 РР                               | P <sub>1</sub> +P <sub>2</sub> , тыс. т | 24                 |
|                    | Драгоценные камни                        | Алмаз                                                                 | 1 ПМЗ,<br>1 ПРУ                    | P <sub>2</sub> , млн карат              | 7,7                |
|                    |                                          |                                                                       |                                    | P <sub>3</sub> , млн карат              | 95                 |

**Таблица впервые выявленных или переоцененных в ходе составления листа Гостгеолкарты прогнозируемых объектов полезных ископаемых, их прогнозных ресурсов или минергенического потенциала**

| № п/п | Вид минерального сырья, индекс и наименование объекта                       |                      | Оценка ресурсов по категории                                 |                                               | Баланс ресурсов по результатам работ (+,-) | Рекомендуемые для лицензирования объекты и рекомендации по дальнейшим работам |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                             |                      | на начало работ                                              | по результатам работ                          |                                            |                                                                               |
| 1     | Сергозерский потенциальный золоторудный район 2.0.2<br><b>Рудное золото</b> |                      | $P_3 - 19,2$ т (на листе Q-37)                               | $P_3 - 57$ т (в т.ч. на листе Q-36 – 37, 8 т) | + 37,8 т                                   | ГДП-200, первая очередь                                                       |
| 2     | Климовский благороднометалльный ПРУ 0.2.1                                   | <b>Рудное золото</b> | $P_1 - 6,5$ т<br>$P_2 - 13$ т<br>(по Климовской рудной зоне) | МП-29,5 т                                     | +29,5 т                                    | Поисковые работы, третья очередь                                              |
|       |                                                                             | <b>МПГ</b>           | $P_1 - 13$ т<br>$P_2 - 26$ т<br>(по Климовской рудной зоне)  | МП-58,5 т                                     | +58,5 т                                    | Поисковые работы, третья очередь                                              |
| 3     | Ириногорский золоторудный ПРУ 7.0.2<br><b>Рудное золото</b>                 |                      | –                                                            | $P_3 - 21$ т                                  | +21 т                                      | Поисковые работы, первая очередь                                              |
| 4     | Куола-Панаярвинский уран-золоторудный район 0.4<br><b>Рудное золото</b>     |                      | $P_1 + P_2 - 0,54$ т<br>(по месторождению Майское)           | $P_3 - 58,8$ т                                | +58,8 т                                    | ГДП-200, первая очередь                                                       |

Минерагенические зоны с учетом специфических особенностей каждой субпровинции разделены по возрасту на архейские, архейско-протерозойские, протерозойские и палеозойские. Общая оценка минерально-сырьевого потенциала минерагенических подразделений; данные о прогнозируемых объектах полезных ископаемых и их прогнозных ресурсах приведены в табл. 10–12.

## КОЛЬСКАЯ СУБПРОВИНЦИЯ

Кольская субпровинция включает Кольскую железорудную область, Кейвский редкометалльно-гранат-кианитовый район, Западно-Кейвский редкоземельный ПРУ, Имандра-Варзугскую золоторудную ПМЗ, Сергозерский золоторудный ПРР позднеархейского и архейско-протерозойского возрастов. К собственно протерозойским минерагеническим таксонам относятся Печенга-Имандра-Варзугская благороднометалльно-хром-медно-никелевая МЗ с Мончегорским хром-медно-никелевым РУ и Панско-Федоровский благороднометалльный РУ. Палеозойские минерагенические подразделения представлены Хибинским редкометалльно-нефелин-апатитовым и Ловозерским редкоземельно-редкометалльным РУ, а также Оленицко-Пялицкой алмазоносной ПМЗ.

### Минерагенические области, рудные районы и узлы позднеархейского возраста

**Кольская железорудная МО** представлена небольшим фрагментом площадью 823 км<sup>2</sup> вдоль северной границы листа и прослеживается вдоль нее на 110 км при ширине 20 км. Все промышленные железорудные месторождения Оленегорского рудного узла, входящие в ее состав, находятся на смежном листе R-36. На территории листа известно четыре рудопроявления железистых кварцитов в районе оз. Симбозеро и пос. Ревда и ряд пунктов минерализации золота и серебра. Оруденение связано с метасоматитами симбозерского метасоматического комплекса, которые локализованы по породам кольского метаморфического комплекса (амфиболито-гнейсовая формация). Прогнозные ресурсы железа категории P<sub>1</sub> были оценены для Симбозерского рудопроявления до глубины 500 м и составляют 113,5 млн т [243].

**Кейвский редкометалльно-гранат-кианитовый рудный район** охватывает территорию позднеархейской Кейвской структуры (асимметричной синклинали терригенных пород Больших Кейв) и ее обрамления преимущественно на территории смежного листа Q-37. На территории листа на его северо-восточной границе расположен небольшой фрагмент этого района.

В рудном районе наблюдаются полезные ископаемые как архейского (редкометалльное оруденение в связи с кейвским комплексом щелочных гранитов и пегматитами), так и раннепротерозойского возраста. Кианитовые месторождения расположены на смежном листе Q-37, где запасы 23 месторождений учтены Госбалансом РФ. Здесь рудовмещающая

формация биотитовых, ставролитовых и кианитовых сланцев (кейвская серия) подвергалась метасоматозу во время раннепротерозойского тектоно-метаморфического цикла.

В состав Кейвского рудного района входит **Западно-Кейвский рудный узел**. Его особенностью являются многочисленные проявления редкоземельной минерализации, связанные с формацией редкометалльных пегматитов и неметаллических полезных ископаемых (гранат, силлиманит), в метасоматитах шууруртинского комплекса. Большая часть этих объектов расположена на листе Q-37.

### **Полихронные минерагенические зоны и рудные узлы архейско-протерозойского возраста**

**Имандра-Варзугская золоторудная ПМЗ** начинается в 20 км к юго-востоку от оз. Имандра, прослеживается в юго-восточном направлении на 100 км до восточной границы листа, где она расширяется до 70 км и продолжается на листе Q-37. В площадь зоны входят Терский зеленокаменный пояс и Имандра Варзугская грабен-синклиналь. В ее составе обособляется Сергозерский ПРП площадью (в пределах листа) 1366 км<sup>2</sup>.

**Сергозерский ПРП** на территории листа выделяется впервые. Ранее его восточная часть была изучена на сопредельной территории листа Q-37 в результате прогнозно-минерагенических исследований, проведенных в 2004 г. при составлении листа Q-37 Госгеолкарты-1000/3. Район р. Пана и ее притоки, а также р. Индель – оз. Мунозеро на листе Q-36 является западной частью Сергозерского ПРП (рис. 21). Район занимает фрагмент архейского Терского зеленокаменного пояса, от тектонического контакта с Имандра-Варзугской грабен-синклиналью, сложенной осадочно-вулканогенными образованиями карелия на севере до контакта с блоком архейских гранито-гнейсов и гнейсо-гранитов на юге.

Породы сергозерской толщи имандровской серии верхнего лопия, слагающие эту зеленокаменную структуру, представлены биотитовыми, биотит-мусковитовыми, реже амфибол-биотит-сланцами и гнейсами, часто гранат-, ставролит- и фибролитсодержащими. Внутри зеленокаменного пояса отмечается широкое распространение интрузивных образований пестрого состава – от ультрабазитов до гранитоидов. Характерен зональный метаморфизм от зеленосланцевой до низкотемпературной амфиболитовой фации. Широко проявлены процессы метасоматоза. Прогнозируемое оруденение приурочено к метасоматитам кислотных фаций (графит-мусковит-кварцевые, мусковит-кварцевые) в полнопроявленных метасоматических телах контрастного состава (от основных до кислотных фаций). В ПРП выделены потенциально золотоносные зоны, характеризующиеся наличием благоприятных для оруденения процессов: жильно-прожилкового окварцевания, мусковитизации, графитизации и сульфидизации (пирит, пирротин, арсенопирит).

Специализированные поиски золота на этой площади не проводились. Однако по результатам попутных поисков в составе разномасштабных картировочных работ здесь уже выявлена большая совокупность прямых

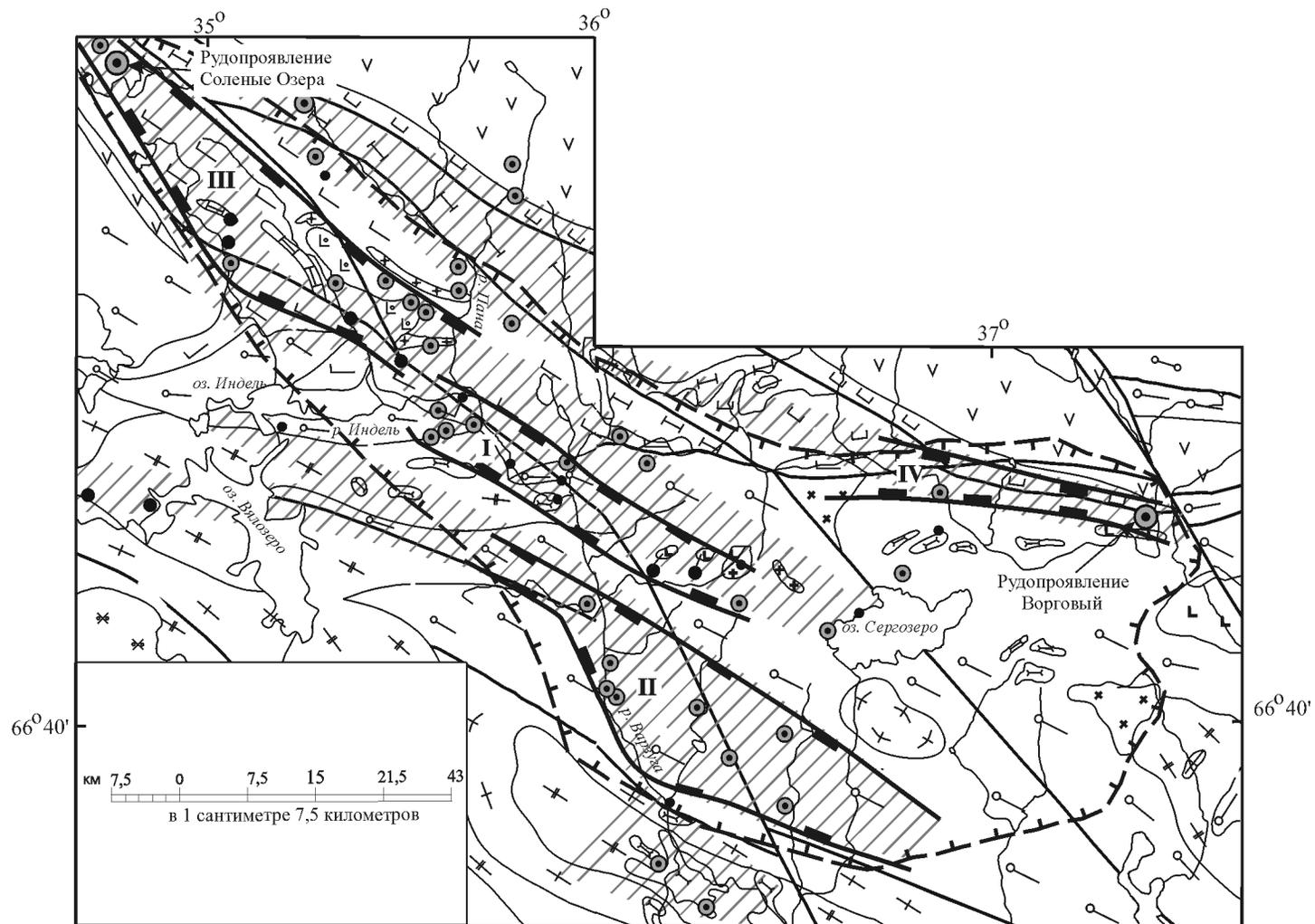
и косвенных признаков золотоносности в виде пунктов минерализации, первичных и вторичных аномалий золота и элементов-индикаторов золоторудной минерализации. На территории узла на листе Q-37 находится перспективное проявление золота Ворговый с оцененными ресурсами  $P_2$  золота 28 т, приуроченное к зоне тектонического контакта лопийских и карельских образований [642]. На листе Q-36 известно одно золоторудное проявление Солёные Озера. Рудовмещающими породами являются графитистые мусковит-кварцевые метасоматиты варзугского комплекса, развитые как по лопийским породам Терского ЗКП, так и по различным протерозойским метаморфизованным образованиям.

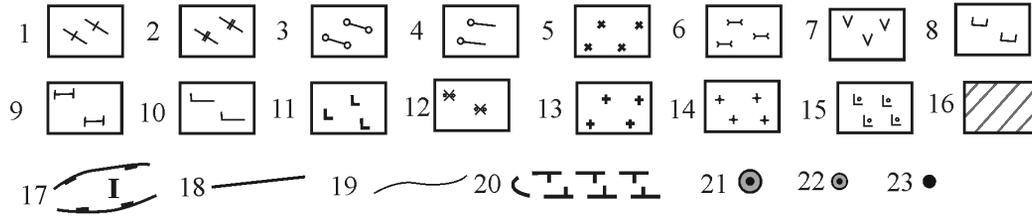
В пределах центральной части Терского ЗКП и его обрамления известно 26 пунктов минерализации золота с содержаниями от 0,1 до 4,6 г/т, большое количество точечных вторичных геохимических аномалий золота в рыхлых отложениях и рудные валуны с содержаниями 0,1–1,0 г/т. В пунктах минерализации золоту нередко сопутствуют: серебро – до 8–10 г/т, цинк – до 0,8%, медь – до 0,56%, иногда мышьяк – до 1%. Здесь же известны пункты минерализации элементов-индикаторов золоторудной минерализации – цинка (до 0,6), меди (до 0,56 и свинца (до 1), графита (до 10).

На территории листа Q-37 были выделены две перспективные на благороднометалльное оруденение зоны метасоматитов – Панареченская и Кривецко-Япомская, прослеживающиеся в северо-западном направлении (290–300°) на лист Q-36. Ширина указанных выше зон варьирует от 500 м до 3 км, протяженность – от 12 до 25 км. На листе Q-36 в районе среднего течения Варзуга и Паны с притоками отмечается широкое развитие процессов метасоматоза по протерозойским и лопийским породам, а также интенсивное проявление гранатового и глиноземистого порфиробластеза. В составе метасоматических тел, приуроченных к южному контакту Имандра-Варзугской грабен-синклинали, преобладают графитистые мусковит-кварцевые разновидности с пиритовой минерализацией Варзугского метасоматического комплекса. Среди метасоматических образований, локализованных на северном фланге архейской зеленокаменной структуры, развиты среднетемпературные метасоматиты (гранат-кварцевые, гранат-ставролит-биотитовые), а также низкотемпературные (мусковит-кварцевые, полевошпатовые, актинолитовые).

По данным проведенных в 1970-е годы при геологической съемке буровых и горных работ в пределах Панареченской зоны были вскрыты многочисленные тела графитистых метасоматитов с сульфидной минерализацией. Местами наблюдаются линзообразные залежи анхимономинеральных черных сажистых пород мощностью до 3 м. Формирование графитизированных пород обычно сопровождается развитием сульфидной минерализации. В результате этого процесса возникают тела своеобразных густовкрапленных углеродисто-сульфидных руд мощностью до 10 м. В гл. «Полезные ископаемые» приведена характеристика многочисленных рудных объектов золоторудной минерализации.

На территории листа в пределах западного продолжения Панареченской зоны изучен перспективный пункт минерализации золота Индель. Максимальное содержание золота в пунктирно-бороздовых пробах достигает





**Рис. 21. Геолого-минералогическая схема Сергозерского потенциального золоторудного района.**

1–6 – поздний архей: 1 – южнокольский метаморфический комплекс нерасчлененный: биотитовые и двуслюдяные гнейсы и сланцы, иногда с гранатом, амфиболовые гнейсы, гранитогнейсы, амфиболиты; 2 – мигматит-плагиогранитовый комплекс: мигматиты, гнейсоплагиограниты, гнейсотоналиты, гранодиориты, кварцевые диориты; 3 – понойская серия: гнейсы и сланцы биотитовые и двуслюдяные, иногда с гранатом тонкозернистые по вулканитам риолит-дацитового состава, метаграувакки, амфиболовые плагиосланцы и амфиболиты по вулканитам андезитового, андезит-базальтового и базальтового составов; 4 – имандровская серия: плагиогнейсы, глиноземистые гнейсы, плагиоамфиболовые, биотит-амфиболовые сланцы, реже амфиболиты, глиноземистые сланцы со ставролитом, силлиманитом, гранатом, кислые метавулканыты, иногда слюдястые сланцы; 5 – сергозерский диорит-плагиогранитовый комплекс: диориты, тоналиты, плагиограниты; 6 – комплекс мигматит- и анатектит-гранитовый: граниты микроклин-плагиоклазовые и плагиомикроклиновые, лейкограниты, теньевые и инъекционные мигматиты. 7–15 – ранний протерозой: 7 – стрельнинская серия: 7 – метаморфизованные магнезиальные базальты, андезибазальты, андезиты, дациты, туфы, сланцы, песчаники, конгломераты, малые тела габбро-пироксенитов, 8 – полисарская свита: метапикриты, metabазальты, метаандезибазальты, метатуфы, метатуфоконгломераты, метапесчаники, метаалевролиты, слюдястые сланцы, хлорит-тремолит-актинолитовые сланцы, пластовые тела метаультрамафитов; 9 – умбинская свита: metabазальты, метатрахибазальты, метаандезибазальты, метатрахиандезибазальты, карбонатные сланцы, доломиты; 10 – панская серия, ильмозерская свита: доломиты, метаандезибазальты, metabазальты, плагиосланцы. 11 – ондомозерский(?) гипербазит-базитовый комплекс: габбронориты (габбро-амфиболиты), троктолиты, пироксениты, перидотиты; 12 – умбинский эндербит-чарнокитовый плутонический комплекс: гиперстеновые диориты, кварцевые диориты, тоналиты, эндербиты; 13 – стрельнинский комплекс пегматоидных гранитов и пегматитов: пегматиты мусковитовые, мусковит-редкометалльные, лейкограниты биотитовые и двуслюдяные, гранит-аплиты; 14 – панареченский монцогаббро-сиенит-гранитовый плутонический комплекс: монцогаббро, монцониты, сиениты, лейкократовые граниты; 15 – самингская толща: метаморфизованные дациты и риодациты, единичные потоки метариолитов, метаандезитов, метаморфизованных магнезиальных базальтов, углеродистые сланцы; 16 – ареалы преимущественной локализации метасоматических пород варзугского комплекса; 17 – зоны локализации рудоносных метасоматитов и их номера. I – Панареченская: графит-слюдястые, сульфид-кварцевые, биотит-гранат-амфиболовые метасоматиты, II – Кривецко-Японская: гранат-силлиманит-кварцевые, графит-слюдястые и жедрит-роговообманковые метасоматиты, III – Соленоозерская, IV – Верхневарзугская: березиты, хлорит-карбонатные листвениты, реже актинолитовые и биотит-хлоритовые пропилиты; 18 – разрывные нарушения; 19 – геологические границы; 20 – Сергозерский потенциальный золоторудный узел; 21 – рудопроявления золота; 22 – пункты минерализации золота; 23 – пункты минерализации графита и серного колчедана.

1 г/т при мощности 10 м. Таким образом, для расчета ресурсов использовались следующие параметры: мощность предполагаемого рудного тела – 10,0 м, протяженность по простиранию – 2000 м, протяженность по падению – 200 м, плотность горной массы – 2,6 т/м<sup>3</sup>, содержание золота – 1 г/т. В этом случае прогнозные ресурсы категории P<sub>3</sub> составляют: 10,0 м × 2000 м × 200 м × 2,6 т/м<sup>3</sup> × 1,0 г/т = 10,4 т, с понижающим коэффициентом 0,3–3,1 т.

Для 26 пунктов минерализации прогнозные ресурсы составляют

$$26 \times 3,1 \times 0,3 = 24,2 \text{ т.}$$

Кроме того, в пределах ПРП к северо-западу от изученной Панареченской площади известно золоторудное поле Солёные Озера, ресурсы которого составляют 10 т [582].

Таким образом, суммарные ресурсы категории P<sub>3</sub> Сергозерского ПРУ составляют: 19,2 т + 3,1 т + 24,2 т + 10 т = 57 т.

### **Минерагенические зоны и рудные узлы протерозойского возраста**

**Панско-Федоровотундровский благороднометалльный РУ** площадью в пределах листа 418 км<sup>2</sup> расположен в северном борту Имандра-Варзугской грабен-синклинали и представлен Федорово-Панским массивом панского–мончегорского перидотит-пироксенит-габброноритового комплекса (перидотит-пироксенит-габброноритовая формация). В этих крупных расслоенных интрузивах лопполитообразной формы установлены многокамерность и многофазность формирования. Максимальные концентрации платиноидов малосульфидного типа обнаруживаются в расслоенных горизонтах и в зонах пропицитизации по гипербазитам. На территории РУ выявлены три рудных объекта в ранге месторождений – Федорова Тундра, Киевей, Чуарвы Восточные [165].

В 2007–2008 гг. Госкомитет РФ по запасам утвердил запасы трех месторождений. Запасы МПГ категории С<sub>1</sub> составляют 246,9 т, С<sub>2</sub> – 158,4 т.

Сопутствующими полезными ископаемыми являются золото, медь, никель. Запасы золота по категории С<sub>1</sub> – 12,4 т, С<sub>2</sub> – 5,5 т, меди – 192,8 и 102,7 тыс. т. соответственно. Прогнозные ресурсы МПГ категории Р<sub>2</sub> оцениваются до глубины 300 м в 100 т [165].

**Печенга-Имандра-Варзугская благороднометалльно-хром-медно-никелевая МЗ** начинается на территории листа R-37, имеет северо-западное простирание и прослеживается вдоль южного фланга Имандра-Варзугского прогиба на 50 км к юго-востоку от оз. Имандра. С учетом данных по листу Q-37 проведена корректировка границы этой зоны. В сравнении с предшествующими редакциями ее площадь существенно сократилась вследствие изменения возрастных характеристик интрузий, ранее считавшихся перспективными на медно-никелевое оруденение, и вследствие этого сокращением ареала распространения продуктивных массивов сумийского возраста. Зона трассируется цепочкой расслоенных интрузий перидотит-пироксенит-габброноритов от Мончегорского плутона на северо-западе до массивов Имандровской группы на юго-востоке.

**Мончегорский хром-медно-никелевый РУ** входит в состав зоны. Его площадь 569 км<sup>2</sup>. В его пределах находятся месторождения Ниттис-Кумужь-Травяная (НКТ), Ньюдайвенч, Сопчуайвенч, Сопчеозерское и Большая Варака, ряд проявлений хрома проявления платины и платиноидов. В 2009 г. ГКЗ были утверждены запасы месторождения малосульфидных платинометаллических руд Вурчуайвенч.

Все месторождения, большинство проявлений и пунктов минерализации никеля, меди, ЭПГ, а также месторождение хрома сконцентрированы в пределах массивов перидотит-пироксенит-габброноритовой формации: Мончегорский плутон, Сопчуайвенч, Ньюдайвенч, а также Мончетундровский массив, с которым связано платинометаллическое оруденение и ряд пунктов минерализации меди и никеля.

Мончегорский плутон и Мончетундровский массив приурочены к узлу пересечения разломов северо-западного и северо-восточного простирания. С ультрамафитовой частью Мончегорского плутона связано крупное Сопчеозерское месторождение хрома, с мафит-ультрамафитовой – медно-никелевое с платиноидами; к мафитовой части разреза плутона приурочено малосульфидное платинометаллическое оруденение. Считается, что решающим фактором, обусловившим локализацию сингенетического медно-никелевого оруденения плутона (месторождения НКТ, Сопчуайвенч, Ньюдайвенч), явилась длительная внутрикамерная кристаллизационно-гравитационная дифференциация, которая определила приуроченность оруденения к двум уровням разреза: к полевошпатовым породам краевой, эндоконтактной зоны («донная залежь») и к тонкодифференцированному «висячему» горизонту оливинсодержащих пород в основании верхнего мегаритма. Помимо этого, важным фактором, обуславливающим наличие сульфидного оруденения в расслоенных интрузиях, является насыщенность магматической камеры серой.

Перспективы Мончегорского рудного узла связываются, в первую очередь, с наличием платинометаллической минерализации, сопровождающей медно-никелевое оруденение в Мончегорском плутоне. Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  месторождения НКТ оцениваются в 210 т платины и платиноидов [567]. Неясны перспективы жильного оруденения месторождения Сопчуайвенч, с которыми, по аналогии с НКТ, можно ожидать наличие промышленных концентраций платиноидов. Верхняя, габброноритовая часть разреза плутона может рассматриваться в качестве перспективной на выявление малосульфидного платинометаллического оруденения и требует дальнейшего изучения. Перспективная платиновая зона расположена в северо-восточном контакте Мончетундровского массива [490]. Она объединяет проявление платиноидов «10-я Аномалия» и многочисленные пункты минерализации ЭПГ, меди и никеля. Кроме того, глубокие горизонты Мончетундровского массива, сложенные ультрамафитами, потенциально перспективны на выявление как бедного вкрапленного, так и богатого сульфидного медно-никелевого оруденения. Суммарные ресурсы Мончегорского рудного узла оценены в 300 т ЭПГ, 500 тыс. т никеля, 250 тыс. т меди категории  $P_3$  [567, 602].

## Рудные узлы палеозойского возраста

**Хибинский редкометалльно-нефелин-апатитоносный РУ** по площади совпадает с площадью Хибинского плутона щелочных пород, относящегося к формации агпайтовых нефелиновых сиенитов, который расчленен на два крупных блока – северо-западный и юго-восточный. На его площади (1324 км<sup>2</sup>) разведан ряд разномасштабных месторождений редких металлов и апатита, в частности Куэльпорр, Кукисвумчорр, Юкспорр, Апатитовый Цирк, Расвумчорр, Эвеслогчорр, Коашва и др.

Основные запасы апатит-нефелиновых руд сконцентрированы в юго-восточном блоке Хибинского плутона и характеризуются наличием крупных тел богатых апатитовых руд. Месторождения разрабатываются, запасы апатитовых руд – долгосрочные, в резерве имеется разведанное, подготовленное к эксплуатации Эвеслогчоррское месторождение. Для месторождений и проявлений северо-западного блока характерны рудные тела, сложенные бедными рудами. Все месторождения объединяются в два морфоструктурных типа: одноярусный пластообразный и многоярусный сложной морфологии. Суммарные запасы апатитовых руд Хибинского РУ (млн т) категории А+В+С<sub>1</sub> – 3561,9; С<sub>2</sub> – 425,8; забалансовые запасы – 707,2; прогнозные ресурсы Р<sub>1</sub> – 109,1 [243]. Вся продуктивная зона, с которой связаны месторождения апатита, хорошо изучена, открытие новых месторождений не ожидается.

**Ловозерский редкоземельный и редкометалльный РУ** ограничен контурами Ловозерского плутона щелочных пород, относящегося к формации агпайтовых нефелиновых сиенитов. Площадь узла 657 км<sup>2</sup>. На территории узла находится крупное Ловозерское месторождение тантала, ниобия и других редкоземельных металлов с участками Аллуайв, Карнасурт, Кедыквырпахк, Северный, Умбозерский, Сенгисчорр и др. Запасы танталовых руд на территории узла оцениваются по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 34914 у. е., С<sub>2</sub> – 56 242 у. е., забалансовые запасы – 1913 у. е. [168, 243]. Запасы руд редкоземельных металлов (тыс. т.) по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 2736,3; С<sub>2</sub> – 4379,6; забалансовые запасы – 59,3. На месторождении Чинглусуай запасы циркониевых руд категорий С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, подсчитанные по содержанию 2,5% ZrO<sub>2</sub>, составляют 577,6 млн т руды [171].

**Оленицко-Пялицкая алмазоносная ПМЗ** находится в южной части Кольского полуострова, она прослеживается на 200 км от Турьго мыса (лист Q-36) на западе до р. Поной на востоке (лист Q-37). Ее ширина составляет ~50 км, площадь в пределах листа 1803 км<sup>2</sup>. Границы зоны определяются распространением эксплозивных тел в пределах зон тектоно-магматической активизации. Всего на Терском берегу известно около 60 трубообразных, дайкообразных и штокообразных тел, сложенных мелилититами, редко слюдяными кимберлитами. Здесь известны две трубки слюдяных кимберлитов, а также 36 трубок взрыва и 16 даек мелилититов, в том числе фельдшпатоидных мелилититов, меланефелинитов и авгититов [597].

Вблизи восточной границы листа расположено Ермаковское кимберлитовое поле с двумя алмазоносными трубками. Трубки прорывают терригенные отложения верхнего рифея. Размер тел 20–40 м, форма удлиненная,

сильно удлинённая, очень редко близкая к изометричной. По результатам определения радиологического возраста К-Аг методом по флогопиту из кимберлита возраст трубок оценивается как палеозойский. Получены значения 337–384 млн лет. По данным kernового опробования, в двух трубках кимберлитов установлены мелкие алмазы во фракции мельче 0,5 мм, представленные октаэдрами. Прогнозные ресурсы Оленицко-Пялицкой зоны по категории  $P_2 - 3,2$ ,  $P_3 - 50$  млн карат [243].

Перспективы ураноносности листа изучались в течение пятидесяти с лишним лет, однако этот вопрос по-прежнему остается дискуссионным. В последнее время сотрудниками отдела специсследований ВСЕГЕИ (Е. Н. Афанасьева, В. С. Зайцев, В. А. Михайлов, 2001, 2005) в районе Терского побережья выделяются специализированные на урановые месторождения типа несогласий Терскобережный потенциальный урановорудный район, а в его контактах Кицко-Юлицкий потенциальный рудный узел.

В пределах площади развиты терригенные образования среднего рифея, которые со структурным и стратиграфическим несогласием залегают на интенсивно дислоцированных архейских образованиях, представленных мигматит-гранитами и толщами глубоко метаморфизованных вулканогенно-осадочных пород лопийского возраста, среди которых выделяются горизонты графитсодержащих биотитовых и биотит-кордиеритовых гнейсов и сульфидизированных амфибол-карбонатных кристаллических сланцев.

Рифейские образования представлены осадками оленецкой серии. Разрез начинается маломощными пачками конгломератов и гравелитов, выше залегают песчаники и алевролиты. Поверхность несогласия маркируется образованиями площадной коры выветривания, развивающейся по породам фундамента. В пределах площади выделены разломы северо-западного и северо-восточного простирания.

Урановая минерализация, установленная на смежном листе Q-37 (проявления Кица и Юлица), приурочена к зонам дробления и гидротермально-метасоматических изменений пород архейского фундамента вблизи поверхности несогласия. Рудоносные зоны приурочены к максимально измененным породам и локализуются в карбонат-хлорит-гидрослюдистых метасоматах. Урановое оруденение представлено сериями субпараллельных линз и полос. Протяженность отдельных линз и полос достигает 10–40 м, мощность от 0,15 до 2,5 м. Протяженность рудоносных зон на рудопроявлении Кица прослежена на 2,5 км. На рудопроявлении Юлица рудоносные зоны имеют протяженность от 70 до 525 м. Содержания урана в рудных зонах колеблются от 0,01 до 0,084% (Кица) и 0,01–0,047% (Юлица). Урановая минерализация представлена урановыми чернями, настураном, уранинитом, ураноносным апатитом, ортитом, отенитом. Сопутствующие рудные минералы – пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, гематит.

Однако следует указать на ряд данных, влияющих на прогнозную оценку этой площади:

– рифейские образования преимущественно залегают на породах архейского тоналит-трондьемит-гранодиоритового комплекса, включающего гнейсодиориты, плагиомигматиты, плагиограниты и др., а также частично на гнейсах и мигматитах Южно-Кольской зоны (Кольского Беломорья);

– перспективные для локализации уранового оруденения супракрустальные образования позднеархейского Терского зеленокаменного пояса и раннепротерозойской Имандра-Варзугской грабен-синклинали располагаются существенно севернее области рифейского структурного несогласия;

– на современных картах в районе участков Юлица и Кица не выделяются масштабозначимые толщи графитсодержащих кордиеритовых гнейсов;

– однозначно не устанавливается структурная связь выявленных проявлений урановой минерализации и низкотемпературных метасоматитов в архейских породах непосредственно с поверхностью несогласия;

– настораживают относительно низкие содержания урана в указанных проявлениях (сотые доли процента), обычно рядовые руды месторождений этого типа независимо от размеров рудных залежей обладают высокими и сверхвысокими содержаниями урана (первые проценты и выше);

– в эталонном для Карело-Кольского региона месторождении урана этого типа Карку рудные залежи располагаются *выше* поверхности несогласия в осадочных породах рифея.

Приведенные аргументы требуют с осторожностью относиться к выделению в районе Терского побережья Кольского полуострова ураноносных ПРР и ПРУ. Для их обоснования необходимо проведение дополнительных специализированных прогнозно-оценочных исследований.

## БЕЛОМОРСКАЯ СУБПРОВИНЦИЯ

Беломорская субпровинция представлена Южно-Беломорским благороднометалльным потенциальным рудным районом, который включает Климовский благороднометалльный ПРУ, Беломорскую пегматит-мусковитовую МЗ, а также Енский и Чупинский пегматит-мусковитовые рудные районы (ранний протерозой), таксоны палеозойского возраста представлены Ковдорским апатит-железорудным РУ.

### Минерагенические зоны, рудные районы и узлы протерозойского возраста

**Беломорская пегматит-мусковитоносная зона** находится в центральной части Беломорской складчато-метаморфической зоны. Она, несомненно, является главным минерагеническим таксоном субпровинции, прослеживаясь в северо-западном направлении на 400 км при ширине 30–60 км. На юго-востоке зоны в районе г. Беломорск находится месторождение Слюдяной Бор, на северо-западе – месторождения мусковита Риколатвинское, Рубиновое и Енское.

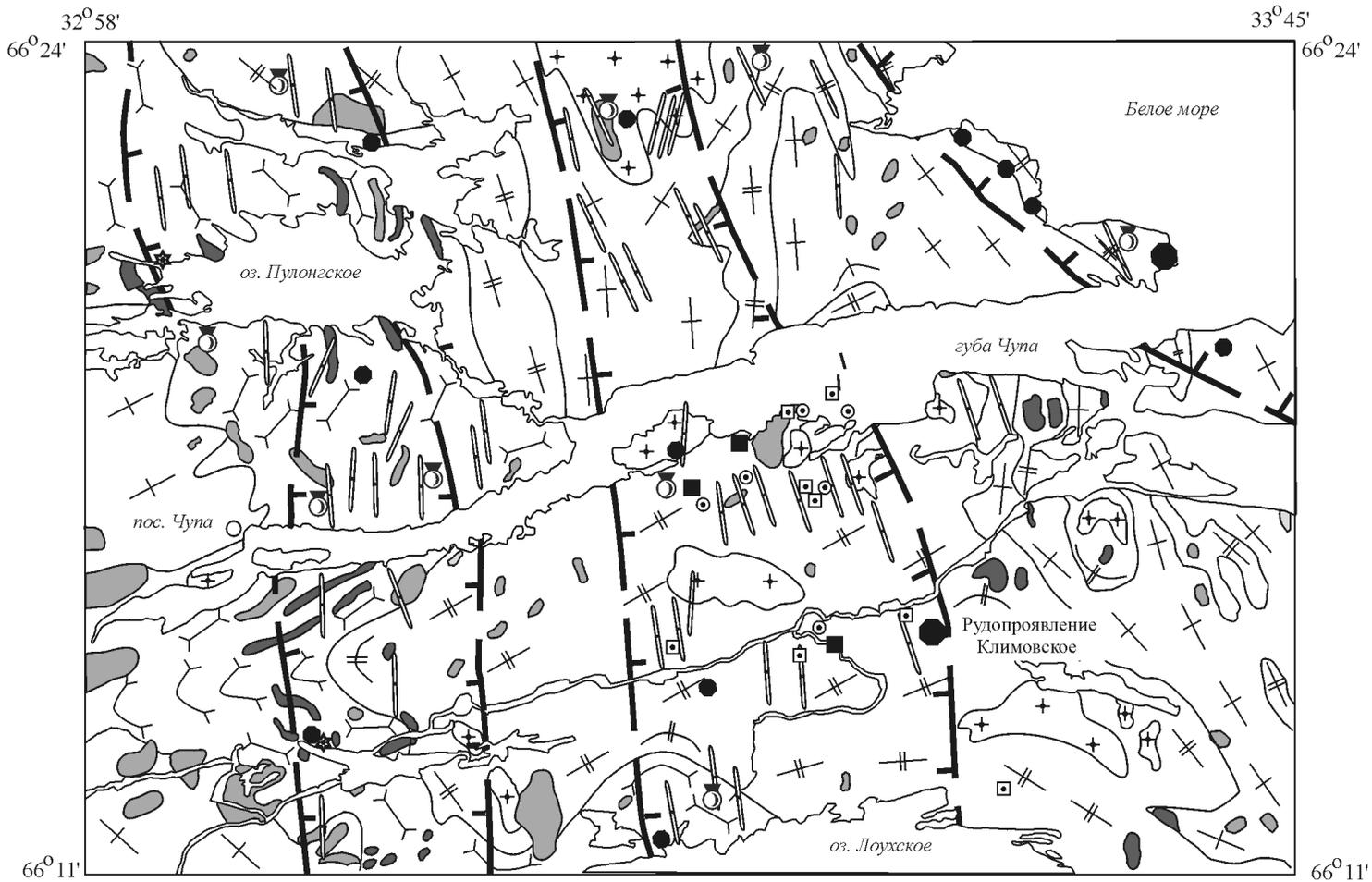
До середины 90-х годов перспективы рассматриваемой зоны в основном определялись богатейшими запасами высококачественного мусковита и керамического сырья. С 1993 г. все действующие шахты по добыче мусковита законсервированы, что вызвано отсутствием потребности отечественной промышленности в листовом мусковите и невозможностью выхода на мировой рынок в современных экономических условиях.

Перспективы зоны в настоящее время связываются с такими нерудными полезными ископаемыми как керамическое сырьё, каменные и другие строительные материалы, поделочные камни. Источниками керамического сырья являются пегматитовые жилы плагиоклазового и микроклин-плагиоклазового состава и нефелиновые сиениты. Керамические пегматиты – основной источник кускового микроклина, чистых разностей микроклин-ового пегматита и кускового кварца, используемых фарфоро-фаянсовыми заводами России, Украины и Белоруссии.

**Енский и Чупинский рудные районы** выделяются по наибольшей концентрации промышленных месторождений мусковита и/или керамических пегматитов. Характеристика их дана в гл. «Полезные ископаемые», в разделах «Керамическое сырьё» и «Мусковит». Суммарные запасы листового мусковита (тыс. т) Енского и Чупинского районов по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 31,7 и 26,2; С<sub>2</sub> – 50,1 и 48,3 [163]. Суммарные запасы мелко-размерного мусковита (тыс. т) Енского района по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 20,7; С<sub>2</sub> – 91,8 [164]. Балансовые запасы полевошпатового сырья (млн т) в Енском и Чупинском РР по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 39 и 8,95; С<sub>2</sub> – 25,3 и 0,9; могут обеспечить работу действующих ГОКов примерно на 50 лет [166]. Балансовые запасы кускового кварца для керамической и фарфорово-фаянсовой промышленности оцениваются (тыс. т) по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 16 и 163; С<sub>2</sub> – 32 и 234 [160]. Учитывая резко сократившийся спрос на это сырьё, разведанные запасы могут обеспечить работу ГОКов в течение нескольких десятков лет. Кроме того, в Чупинском РР разведаны запасы жильного молочного-белого кварца, используемого для получения особо чистого кварца, оптического стекловарения, выращивания искусственных кристаллов кварца и плавки кварцевого стекла [243].

**Южно-Беломорский благороднометалльный ПРР**, включающий в свой состав Климовский ПРУ, приурочен к центральной части Беломорской складчатой зоны. На этой территории в позднем архее была сформирована покровно-надвиговая структура, которая испытала значительную тектонометаморфическую активизацию в раннем протерозое. Он имеет северо-западное простирание и прослеживается на 150 км от оз. Серяк на северо-западе до оз. Лоухское на юго-востоке. Площадь ПРР сложена преимущественно образованиями амфиболитовой формации с интрузивными телами диоритов. Контрастность состава пород, широкое распространение жильных пород от диоритов до гранитных пегматитов являются благоприятными факторами для развития рудоносных метасоматитов, содержащих повышенные концентрации золота и платиноидов. Кроме того, рудные концентрации платиноидов связаны с интрузиями куземского лерцолит-габброноритового комплекса.

**Климовский ПРУ** площадью 955 км<sup>2</sup> расположен в Чупинской подзоне Беломорской складчатой зоны в пределах Южно-Беломорского благороднометалльного потенциального рудного района. Эта территория сложена архейскими гнейсами и амфиболитами лоухского и хетолмбинского подкомплексов беломорского метаморфического комплекса, метаморфизованными в условиях амфиболитовой фации повышенных давлений и комплексами





**Рис. 22. Геолого-минерогеническая схема центральной части Климовского потенциального благороднометалльного узла.**

1–6 – поздний архей: 1 – мигматит-плагиигранитовый комплекс: мигматиты, гнейсоплагииграниты, гнейсотоналиты, гранодиориты, кварцевые диориты; 2–3 – беломорский комплекс, 2 – хетоламбинский подкомплекс, метаморфическая толща биотит-амфиболовых и амфиболовых гнейсов; 3 – лоухский подкомплекс: гранат-биотитовые, кианит-гранат-биотитовые, биотитовые и двуслюдяные гнейсы; 4 – мелкие массивы метагаббро, метагабброноритов, анортозитов, габброамфиболитов; 5 – диорит-гранодиорит-плагиигранитовый комплекс: диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, плагииграниты; 6–7 – ранний протерозой: 6 – куземский комплекс лерцолитов-габброноритов: перидотиты, оливиниты, пироксениты, габбронориты; 7 – чупинский комплекс гранит-пегматитовый: жилы мусковит-плагииоклазовых, биотит-плагииоклазовых, мусковит-микроклин-плагииоклазовых пегматитов; 8 – зоны локализации метасоматитов климовского комплекса: кианит-гранат-амфиболовых, гранат-биотит-амфиболовых, биотит-кварцевых, хлорит-серпентиновых, эпидот-скаполитовых, карбонат-цеолитовых; 9–11 – рудные объекты золота и платиноидов, связанные с метасоматитами: 9 – рудопроявления; 10 – пункты минерализации; 11 – литогеохимические аномалии золота в коренных породах; 12–13 – рудные объекты золота и платиноидов, связанные с базитами куземского комплекса: 12 – пункты минерализации, 13 – литогеохимические аномалии платиноидов в коренных породах; 14 – месторождения керамических пегматитов; 15 – рудопроявления корунда.

мигматит-гранитов средне- и позднеархейского возраста. Во время раннепротерозойской активизации произошло внедрение ультрамафит-мафитовых интрузий куземского комплекса (сумий) и позднесвекофеннских пегматитов чупинского комплекса. Характерно кустовое и кулисообразное расположение тел пегматитов и метасоматитов (рис. 22).

На территории Климовского ПРУ был выделен ряд объектов золотой минерализации, связанных с метасоматитами свекофеннского климовского комплекса, представленных различными фациями хизоваритов и пропицитов. Выделяются три зоны преимущественного развития рудоносных метасоматитов. К ним относятся Варацкая зона, расположенная на северо-западном берегу Варацкого озера, и Климовская, охватывающая полосу между рудниками Плотина и Чкаловский. Кивгубская (Картешская) зона прослеживается вдоль побережья Белого моря от мыса Песчаный до острова Кереть Чупинской губы. В южной части узла расположена Поньгомская зона метасоматитов, характеризующаяся также повышенными содержаниями золота. Зоны трассируются отдельными телами метасоматитов и прослеживаются на 20–40 км при ширине от 3 до 10 км, мощность рудных тел составляет 2–4 м.

В метасоматитах, развитых по вмещающим амфиболитам, установлены устойчивые аномальные содержания золота (до 1,6 г/т) и платиноидов (Pt – до 2,0 г/т, Pd – 0,5 г/т). **Повышенные и высокие концентрации платиноидов и золота в основном связаны с низкотемпературными фациями метасоматитов хлоритового и скаполит-хлоритового состава и сопровождаются аномальными содержаниями хрома, висмута, молибдена и свинца [501].** На территории узла находятся рудопроявления Климовское и Кривое Озеро, а также известно 15 пунктов благороднометалльной минерализации с содержаниями золота от 0,1 до 4,6 г/т и МПГ с содержаниями 0,2–2 г/т, большое количество точечных вторичных геохимических аномалий золота и МПГ в рыхлых отложениях и рудных валунах с содержаниями 0,1 – 1,0 г/т. В пунктах минерализации золоту и МПГ нередко сопутствуют: серебро – до 8–10 г/т, никель – до 0,39%, медь – до 0,44%, висмут – до 0,54%, иногда мышьяк – до 1%.

Рассчитанные прогнозные ресурсы МПГ для Климовской зоны составили 13 т МПГ и 6,5 т золота по категории  $P_1$ ; прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  составляют 26 т МПГ и 13 т золота [501].

Предположительно, на территории узла находятся не менее трех зон, подобных Климовской (Поньгомская, Кивгубская, Травяногубская).

Для Климовской зоны суммарные ресурсы МПГ категории  $P_{1+2}$  составляют 39 т, золота – 19,5 т.

Минерагенический потенциал (МП) для трех зон Климовского узла при понижающем коэффициенте  $K = 0,5$  составляет: МПГ :  $39 \times 3 \times 0,5 = 58,5$  т; Au:  $19,5 \times 3 \times 0,5 = 29,5$  т.

Оценка промышленной значимости Климовского ПРУ носит дискуссионный характер. Как указывается в экспертном заключении В. А. Стримова, отрицательная оценка ресурсов Климовского ПРУ базируется на том, что пологое залегание горизонтов, их маломощность и низкие содержания

благородных металлов не позволяют рассматривать их в качестве промышленно значимых.

Вместе с тем, выявление метасоматитов, несущих благороднометалльную минерализацию в амфиболитах верхнего лопия Беломорской подвижной зоны, представляет, по мнению эксперта, большой интерес, так как при определенных геологических условиях возможно формирование промышленных объектов. В связи с этим вполне правомерно выделение площади как перспективного объекта с оценкой ее минерагенического потенциала благородных металлов.

Однако мы обращаем внимание на следующие аргументы, свидетельствующие в пользу положительной оценки ресурсов и перспектив этого объекта. По нашим данным и по результатам исследований В. Крупенника с соавторами, суммарная мощность рудоносных метасоматитов непосредственно на Климовском рудопроявлении составляет не менее 10 м. В отдельных бороздовых пробах содержания золота составляют, по нашим данным, 4,5 г/т на 1 м, по В. А. Крупеннику, Ахмедову (2005) – 7 г/т на 1,5 м, а содержания МПГ – от 0,2 до 2 г/т. Максимальное содержания золота 48,5 г/т. Такие содержания указывают на наличие рудного процесса во флюдопроницаемых зонах Климовского ПРУ.

В результате проведенных исследований авторами установлено, что наряду с пологими залеганиями метасоматитов наблюдаются и наклонные, и крутопадающие залежи метасоматитов. В частности, такое строение имеют пункты минерализации золота в районе Попова Наволока, в районе Хетоламбино и Кив-губы.

В своей оценке благороднометалльных метасоматитов Беломорской подвижной зоны С. С. Шевченко в работе «Минералого-геохимические особенности метасоматитов Беломорской подвижной зоны (Северная Карелия)» [501, с. 299–300] отмечает, «что рудогенерирующие метасоматические процессы проявились в эпоху свекофеннской активизации, одновременно с аналогичными по характеру метасоматическими процессами, типичными для золотопродуктивных площадей западной части Балтийского щита. Это означает, что и в восточной его окраине мы вправе ожидать выявления перспективных благороднометалльных проявлений, аналогичных месторождениям свекофеннид Швеции, Норвегии, Финляндии».

## **Рудные узлы палеозойского возраста**

**Ковдорский апатит-железорудный РУ** расположен в северо-западной части Беломорской субпровинции. Контуры узла совпадают с границами распространения пород Ковдорского массива, относящегося к щелочно-ультрамафитовой формации с карбонатами; площадь узла составляет 120 км<sup>2</sup>. В состав РУ входит ассоциация Ковдорских месторождений апатит-магнетитовых, бадделеит-apatитовых, апатит-карбонатитовых, флогопит-вермикулитовых руд. Запасы железных руд Ковдорского узла (млн т) по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 756,9; С<sub>2</sub> – 437,6; прогнозные ресурсы Р<sub>1</sub> – 216,2 [158]. Суммарные запасы всех видов апатитовых руд (млн т) по категориям А+В+С<sub>1</sub> – 19,6; С<sub>2</sub> – 2,9; прогнозные ресурсы Р<sub>1</sub> – 7,2 [157]. Следует

также отметить, что Ковдорский бадделлит является источником циркония. Запасы  $ZrO_2$  (тыс. т) по категориям  $A+B+C_1 - 487,1$ ;  $C_2 - 104,5$ ; прогноз-ные ресурсы  $P_1 - 300$  [171].

## КАРЕЛЬСКАЯ СУБПРОВИНЦИЯ

В Карельской субпровинции МЗ и РУ позднеархейского возраста представлены Гимольско-Костомукшской золото-железородной МЗ с Костомукшским золото-железородным РУ, архейско-протерозойскими МЗ и РУ – Тикшеозерской золоторудной ПМЗ с Ириногорским золоторудным и Кривоозерским кварцевым ПРУ, Шомбозерско-Лехтинским золото-серноколчеданно-молибденовым рудным районом с Лобашским и Пяяварским золото-молибденовыми РУ, а также Парандовским и Лехтинским золоторудными ПРУ. В протерозойское время были сформированы Центрально-Карельская уран-молибден-золоторудная ПМЗ, Куола-Панаярвинский уран-золоторудный район, Олангский платинометалльный ПРУ, Елетьозерский апатит-редкоземельно-титановый РУ. Таксоны рифейского возраста представлены Костомукшским алмазоносным ПРУ.

### Минерагенические зоны и рудные узлы позднеархейского возраста

**Гимольско-Костомукшская золото-железородная МЗ** располагается в юго-западной части территории и имеет ярко выраженную железородную специализацию. В этой зоне наблюдается совмещение всех трех главных факторов рудоносности (осадочно-вулканогенного, магматогенного, метасоматического). Рассматриваемая МЗ прослеживается в северо-западном направлении от южной границы листа на 70 км при ширине 20–25 км, затем она резко меняет свою ориентировку, становится субширотной с расширением в районе Костомукшского РУ до 40 км.

Главные рудные объекты сосредоточены в Костомукшском рудном узле (площадь 754 км<sup>2</sup>), приуроченном к одноименной зеленокаменной структуре в составе Костомукшского зеленокаменного пояса. В его строении участвуют контрастные по составу средне- и позднелопийские вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования контоксской и гимольской серий, метаморфизованные в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций повышенных давлений. Породы зеленокаменного комплекса интродуцированы позднелопийскими гранитоидами порфирирового типа. Промышленные месторождения железистых кварцитов Корпангское, Костомукшское и Южно-Корпангский участок приурочены к образованиям гимольской серии. В пределах узла известны рудопроявления золота, молибдена и урана, связанные с метасоматитами ниemiaрвинского комплекса.

Суммарные запасы железных руд (млн т) по МЗ в целом составляют по категориям  $B+C_1 - 1240,5$ ;  $C_2 - 127,8$  [158]. Прогнозные ресурсы золота категорий  $P_1 - 4,4$ ;  $P_2 - 12,2$  т [243].

## Полихронные минерагенические зоны и рудные узлы архейско-протерозойского возраста

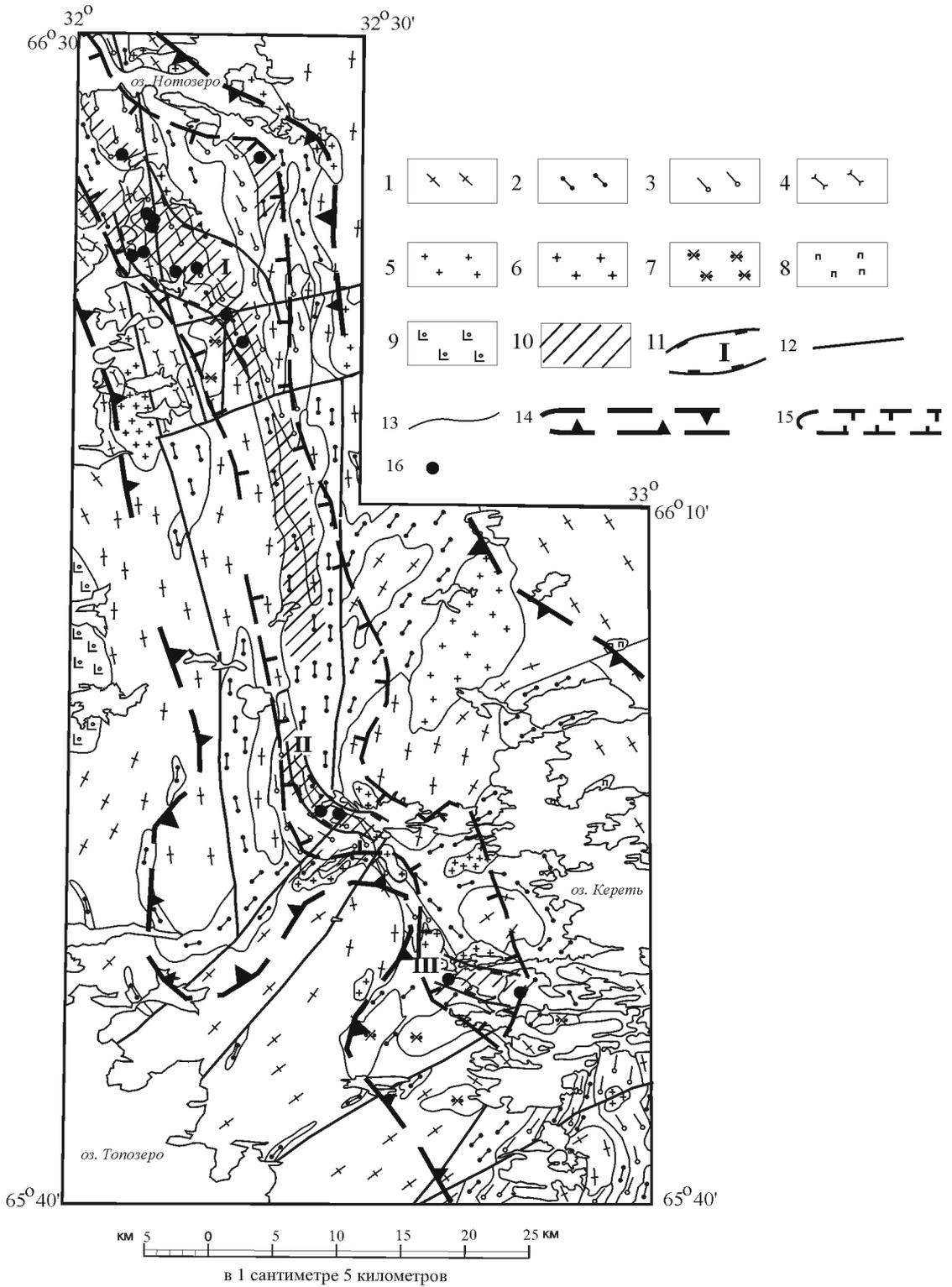
**Тикшеозерская потенциальная золоторудная зона** с Ириногорским и Кривозерским ПРУ является крупной минерагенической структурой. По своим очертаниям она близка к Пибозерскому и Тикшеозерскому позднеархейским зеленокаменным поясам. Тикшеозерская золоторудная зона отчетливо тяготеет к зоне сочленения Карельской гранит-зеленокаменной области и Беломорской складчатой зоны. Она сложена лопийскими образованиями метаморфизованных базальт-андезит-дацитовый, углеродисто-кремнистой, конгломерато-кварцитовый формаций и формацией глиноземистых гнейсов (пибозерская и тикшеозерская серии), а также тектонитами по породам мигматит-диоритовой формации. Кроме того, локально в районе оз. Кукас развиты карельские образования Кукасозерской структуры.

Зона имеет северо-западное простирание, протягивается на расстояние более 300 км вдоль восточного края карельского кратона при ширине 10–30 км. Тикшеозерская МЗ прослеживается по многочисленным пунктам минерализации различного масштаба. Зона имеет ярко выраженную монометалльную специализацию на золото. Повышенные концентрации золота связаны с разнообразными метасоматитами хизоварского метасоматического комплекса. В пределах Ириногорского ПРУ золоту сопутствуют медь, молибден, уран.

**Ириногорский ПРУ** расположен в северной и центральной частях субмеридионального Тикшеозерского ЗКП. В его строении участвуют контрастные по составу средне- и позднелопийские вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования верхнеозерской свиты и тикшеозерской серии, метаморфизованные в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций повышенных давлений (рис. 23). Породы зеленокаменного комплекса интродуцированы позднелопийскими гранитоидами порфирирового типа кочкомско-лобашского комплекса и раннепротерозойскими чарнокитами, гранодиоритами и гранитами вичанского комплекса. Вдоль его юго-западного фланга размещается крупный (до 30 × 70 км) Топозерский граносиенит-гранитовый массив. На востоке Тикшеозерский ЗКП контактирует с Беломорской складчато-метаморфической зоной.

На территории ПРУ интенсивно проявлены кислотные (кианит-кварцевые, мусковит-кварцевые, кварц-кианитовые) и основные (гранат-амфиболовые, кианит-антофиллитовые и гранат-ставролитовые) метасоматиты хизоварского комплекса свекофеннского возраста. Проявления контрастного метасоматоза приурочены к участкам осложнения основной субмеридиональной структуры субширотными флексурами, продольными и диагональными разломами.

С кислотными разновидностями метасоматитов связано объемное окварцевание, сульфидная минерализация с арсенопиритом и золотом. Мощность рудных тел изменчива – от 2–3 до 10–20 м при протяженности от 30 до 400 м. Содержание сульфидов изменяется от 10 до 50%, реже достигает 70%. Минеральный состав рудных зон (%): пирротин – 10–30,



пирит – до 20, магнетит – до 10, арсенопирит – до 7, халькопирит – 1, единичные зерна сфалерита и тетраэдрита. В зонах сурьмяно-мышьяковой минерализации увеличивается количество арсенопирита, попляется лёллингит, бертьерит, самородная сурьма, герсдорфит и др. Содержание рудных элементов: As – более 1%, Sb (только в районе оз. Степанова) – более 1%, Pb – до 0,4%, Zn – 0,08%, Cu – до 0,5%, Co – 0,08%, В – 0,1%, Bi – 0,003%, Ag – от 1 до 20 г/т, Au – 0,2–1 г/т.

Достаточно большая совокупность прямых и косвенных признаков золотоносности этой территории получена в результате разномасштабных геологосъемочных работ и попутных поисков. Установлено 20 пунктов минерализации золота с содержаниями до 1,0 и 2,5 г/т. Нередко они сопровождаются аномальными концентрациями серебра – до 30 г/т и меди – до 3–8%. На участке Степанова Ламба, в районе оз. Степаново закартированы и опробованы субпараллельные или кулисообразно расположенные тела метасоматитов контрастного состава мощностью до 10 м. Краевая часть тел сложена гранат-амфиболовыми породами, тогда как центральная часть представлена гранат-кварцевыми метасоматитами со ставролитом и биотитом. В породе содержатся сравнительно крупные (до 2–4 мм) зерна арсенопирита. Содержание золота до 1,2 г/т.

В районе гор Хизовара, Шаривара и оз. Верхнее исследованы и опробованы мощные зоны интенсивно измененных основных метавулканитов хизоварской серии среднего лопия. В последовательности формирования метасоматитов выделяются кислотные (кианит-кварцевые, мусковит-кварцевые, кварц-кианитовые) и основные (гранат-амфиболовые, кианит-антофиллитовые и гранат-ставролитовые) породы. Зона кварц-кианитовых метасоматитов имеет линзовидную форму длиной до 1 км и мощность 80–100 м. Установлены наложенные процессы мусковитизации и окварцевания,

---

**Рис. 23. Геолого-минерогеническая схема строения Ириногорского перспективного рудного узла.**

1–6 – поздний архей: 1 – мигматит-плагиогранитовый комплекс: мигматиты, гнейсоплагиограниты, гнейсотоналиты, гранодиориты, кварцевые диориты; 2 – верхнеозерская свита: слюдяные гнейсы, биотитовые, гранат-биотитовые, кианит-ставролит-биотитовые плагиосланцы, амфиболиты, амфиболовые сланцы, серпентиниты (по андезитам, базальтам, коматитам); 3 – тикшеозерская серия: биотитовые пара- и ортосланцы, амфиболиты, конгломераты, кварцитовидные сланцы, редко метакоматиты; 4 – визаварская свита: метаморфизованные базальты, метаандезиты, кварциты; 5 – диорит-гранодиорит-плагиогранитовый комплекс: диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, плагиограниты; 6 – нерасчлененные комплексы интрузивных гранитов: двуполевошпатовые порфиroidные преимущественно биотитовые граниты, лейкограниты; 7–9 – ранний протерозой: 7 – койгерский монцодиорит-гранитовый комплекс: граниты, граносиениты, кварцевые сиениты, монцониты, монцодиориты; 8 – куземский комплекс лерцолитов–габброноритов: перидотиты, оливиниты, пироксениты, габбронориты; 9 – тикшеозерский плутонический комплекс пироксенитов–нефелиновых сиенитов: клинопироксениты, габбро, нефелиновые сиениты; 10 – ареалы преимущественной локализации метасоматических пород хизоварского комплекса: жедрит-гранат-куммингтонитовые, гранат-биотит-роговообманковые, ставролит-хлоритовые метасоматиты, гранат-биотит-кварцевые; 11 – перспективные зоны локализации рудоносных метасоматитов и их номера: I – Винчевская, II – Хизоварская, III – Рухнаволоцкая; 12 – разрывные нарушения; 13 – геологические границы; 14 – Тикшеозерская потенциальная золоторудная зона; 15 – Ириногорский потенциальный золоторудный узел; 16 – пункты минерализации золота.

сопровожаемые обильной сульфидной вкрапленностью. Мощность зон интенсивной сульфидизации 1–6 м. Содержание золота до 0,9 г/т.

В геохимических пробах рыхлых отложений содержания золота достигают 7,03 г/т. В Ириногорском ПРУ известны рудопроявления и пункты минерализации элементов-индикаторов золоторудной минерализации – серебра (до 10–80 г/т) и меди (до 3–6%), молибдена и единичные пункты минерализации мышьяка и сурьмы.

При подсчете ресурсов Ириногорского ПРУ для эталонного участка Степанова Ламба использовались следующие параметры: мощность предполагаемого рудного тела – 10,0 м, протяженность по простиранию – 400 м, протяженность по падению – 200 м, плотность горной массы – 2,6 т/м<sup>3</sup>, содержание золота – 1 г/т в среднем. В этом случае ресурсы  $P_3$  составляют:  $10,0 \text{ м} \times 400 \text{ м} \times 200 \text{ м} \times 2,6 \text{ т/м}^3 \times 1,0 \text{ г/т} = 2,1 \text{ т}$ . По аналогии суммарные ресурсы категории  $P_3$  золота Ириногорского узла для 20 пунктов минерализации с понижающим коэффициентом 0,5 составляют 21 т.

**Кривозерский кварцевый ПРУ** локализован в южной части Тикшеозерской минерагенической зоны. Анализ материалов по нерудным полезным ископаемым выявил перспективы этой площади на обнаружение объектов минерального сырья для производства оптических материалов – оптического кварца, пригодного для плавки. По результатам работ Северной ПРЭ и Института геологии Карельского НЦ РАН [107] в северо-восточном обрамлении Лехтинской структуры в ассоциации с породами Пибозерского зеленокаменного пояса выявлена серия пространственно сближенных жил оптического кварца, объединенных в Кривозерский рудный узел площадью 110 км<sup>2</sup>. По двум жилам имеются прогнозные ресурсы категории  $P_1$  – 20,3 тыс. т и  $P_2$  – 20 тыс. т [97]. Прогнозные ресурсы оптического кварца (в т. ч. пригодного для плавки) категории  $P_3$  для Кривозерского рудного узла в целом составляют 42,2 тыс. т [247].

**Шомбозерско-Лехтинский золото-серноколчеданно-молибденовый рудный район** является крупной минерагенической структурой Карельской субпровинции. Район включает протерозойские Шомбозерскую и Лехтинскую грабен-синклинали и их обрамление, а также Парандовский зеленокаменный пояс. В соответствии с генеральным простиранием тектонических структур рудный район от южной границы листа прослеживается в северо-западном направлении от оз. Выг до оз. Топозеро на 180 км при ширине 40–50 км. По концентрации рудных объектов отчетливо выделяются рудные узлы.

**Лобашский золото-молибденовый РУ** располагается в западной части Шомбозерско-Лехтинского рудного района и имеет площадь 514 км<sup>2</sup>. Он приурочен к субмеридиональной тектонической зоне в западном обрамлении Лехтинской грабен-синклинали, к образованиям Парандовского ЗКП. В его пределах известно несколько позднелопийских массивов диорит-плагиогранитовой формации, прорывающих среднелопийские метаморфизованные осадочно-вулканогенные породы. Здесь располагается Лобашское месторождение молибдена, приуроченное к апикальной части интрузии гранитоидов.

Кроме того, в состав узла входят перспективные проявления золота, молибдена, урана, меди – Лобаш I, Вильямлампи, Железные Ворота, Нигалма и др. Суммарные запасы молибдена (тыс. т) по категории  $C_1$  – 56,4;  $C_2$  – 71,2; меди  $C_2$  – 4,3. Запасы золота по категории  $C_2$  – 5,06 т, прогнозные ресурсы  $P_1 + P_2$  – 3,0 т,  $P_3$  – 15 т [326].

**Пяярский золото-молибденовый рудный узел** площадью 105 км<sup>2</sup> располагается в центральной части Шомбозерско-Лехтинского рудного района. Он вытянут вдоль северо-западной зоны разломов и объединяет несколько позднелопийских массивов диорит-плагиогранитовой формации, прорывающих среднелопийские метаморфизованные осадочно-вулканогенные породы. Здесь в позднелопийском крупном двухфазном массиве диорит-гранодиорит-гранитовой формации располагается малое месторождение молибдена Пяявара, локализующееся в лейкогранитах второй фазы. В самом массиве и во вмещающих его лопийских вулканитах андезицит-риолитовой формации находятся три проявления золота с содержанием Au 0,8–3,6 г/т, а также значительное количество точечных литохимических аномалий и литохимических ореолов молибдена, золота и его элементов-спутников – Вi, Ag, Cu. Широко проявлены гидротермально-метасоматические процессы, катаклаз и расланцевание пород, в основном связанные с северо-западными зонами складчато-разрывных дислокаций. Предполагается возможность выявления в северной части рудного узла, в области слабо эродированной части интрузии золоторудных проявлений, аналогичных рудопроявлению Лобаш-I, а также выявления в телах лейкогранитов, имеющих на площади рудного узла, проявлений, а возможно и малых месторождений молибдена, аналогичных Пяярскому. Прогнозные ресурсы золота Пяярского рудного узла по категории  $P_3$  оцениваются в 34 т. Прогнозные ресурсы молибдена по категории  $P_3$  для Пяярского рудного узла оцениваются в 213,3 тыс. т [326].

**Лехтинский золоторудный ПРУ** площадью 833 км<sup>2</sup> расположен в восточной части Шомбозерско-Лехтинского РР, охватывая центральную и восточную часть Лехтинской грабен-синклинали и ее лопийское обрамление. На этой территории известны Риговаракское и Шуезерское проявления золота и меди. В северной части узла при проведении ГДП-200 [247] было выявлено четыре проявления золота с содержаниями 2–4 г/т. Локализованы они в породах сумийской дацит-риолитовой и сариолийской конгломерат-базальт-андезибазальтовой формаций, имеются также выявленные при ГДП-200 шлихогеохимические аномалии, шлихи, содержащие знаки золота, и их ореолы, широко проявлены процессы расланцевания и последующей березитизации. Проявления золота относятся к золото-кварцевой малосульфидной формации.

В рамках ГДП-200 в пределах северной части рудного узла было проведено штуфное и сколково-бороздвое опробование наиболее благоприятных на золотое оруденение пород (метавулканитов разного состава в зонах гидротермально-метасоматических преобразований, брекчирования и катаклаза). Установлены содержания Au, не превышающие десятые доли г/т. Однако, учитывая близкие к промышленным содержания Au в известных проявлениях [326], наличие благоприятных для локализации

золотого оруденения кислых и средних вулканитов, подвергшихся процессам окварцевания, сульфидизации, серицитизации, рассланцевания, для северной части узла прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  – 32 т золота [247], а суммарные ресурсы по всему узлу – 47,7 т.

**Парандовский ПРУ** площадью 293 км<sup>2</sup> сложен преимущественно образованиями метаморфизованных базальт-андезит-дацитовой, углеродисто-кремнистой формаций верхнего архея. В структурном отношении эта территория является зеленокаменной структурой в составе Парандовского ЗКП, частично перекрытой отложениями раннего протерозоя. Здесь представлен полный разрез позднего лопия, в котором метаморфизованные осадочно-вулканогенные образования дацит-андезитовой, базальтовой, коматиит-базальтовой, дацит-липаритовой и терригенно-углеродистой формаций, характерных для золоторудных зеленокаменных поясов, включают залежи массивных колчеданных руд. Породы позднего лопия прорываются малыми телами гранитоидов диорит-плагиогранитовой формации. Здесь же располагается крупный куполовидный Кочкомский массив гранитов и граносиенитов, а также широко развиты дайки и силлы базит-ультрабазитов. В состав Парандовского ПРУ входит крупное Парандовское месторождение серного колчедана. Балансовые запасы колчеданной руды по категориям  $A+B+C_1$  составляют 12 218 тыс. т руды и 4666 тыс. т серы. Здесь же известны проявления и пункты минерализации золота (19), молибдена (7), меди (3) и цинка-свинца (2) – Парандовское, Идельское, Сумское, Кочкомское и др.

На территории ПРУ развиты разнообразные по составу метасоматиты, представленные березитами, листовитами и пропилитами, которые пространственно тяготеют к обрамлению Кочкомского плутона и сформировались в свекофеннское время [33]. Во всех рудоносных метасоматических зонах проявления золота связаны и с колчеданными рудами, и с вмещающими их метасоматически измененными вулканогенно-осадочными образованиями. Кроме того, золоторудная минерализация фиксируется в обрамлении Кочкомского гранитного массива в турмалинсодержащих жилах с молибденитом, пиритом и арсенопиритом [33]. Ресурсы золота категории  $P_3$  – 15,6 т, ресурсы молибдена (тыс. т)  $P_1+P_2$  – 78,5,  $P_3$  – 150 [243].

### **Минерагенические зоны, рудные районы и узлы протерозойского возраста**

**Олангский платинометалльный ПРУ** имеет площадь 313 км<sup>2</sup> и охватывает район распространения расслоенных интрузий Кивакка, Ципринга, Луккулайсвара олангской плутонической пироксенит-габброноритовой формации. Наибольшими перспективами характеризуется массив Луккулайсвара, к которому приурочены проявления ЭПГ Западное, Надежда и Восточное. Прогнозные ресурсы ЭПГ Олангского ПРУ оцениваются по категории  $P_1$  – 8,2 т,  $P_2$  – 69,1 т,  $P_3$  – 114,0 т [326].

**Еletzозерский РУ** площадью 434 км<sup>2</sup> приурочен к району Еletzозерского и Тикшеозерского массивов пироксенитов–нефелиновых сиенитов, относящихся к щелочно-габброидной формации. На территории узла

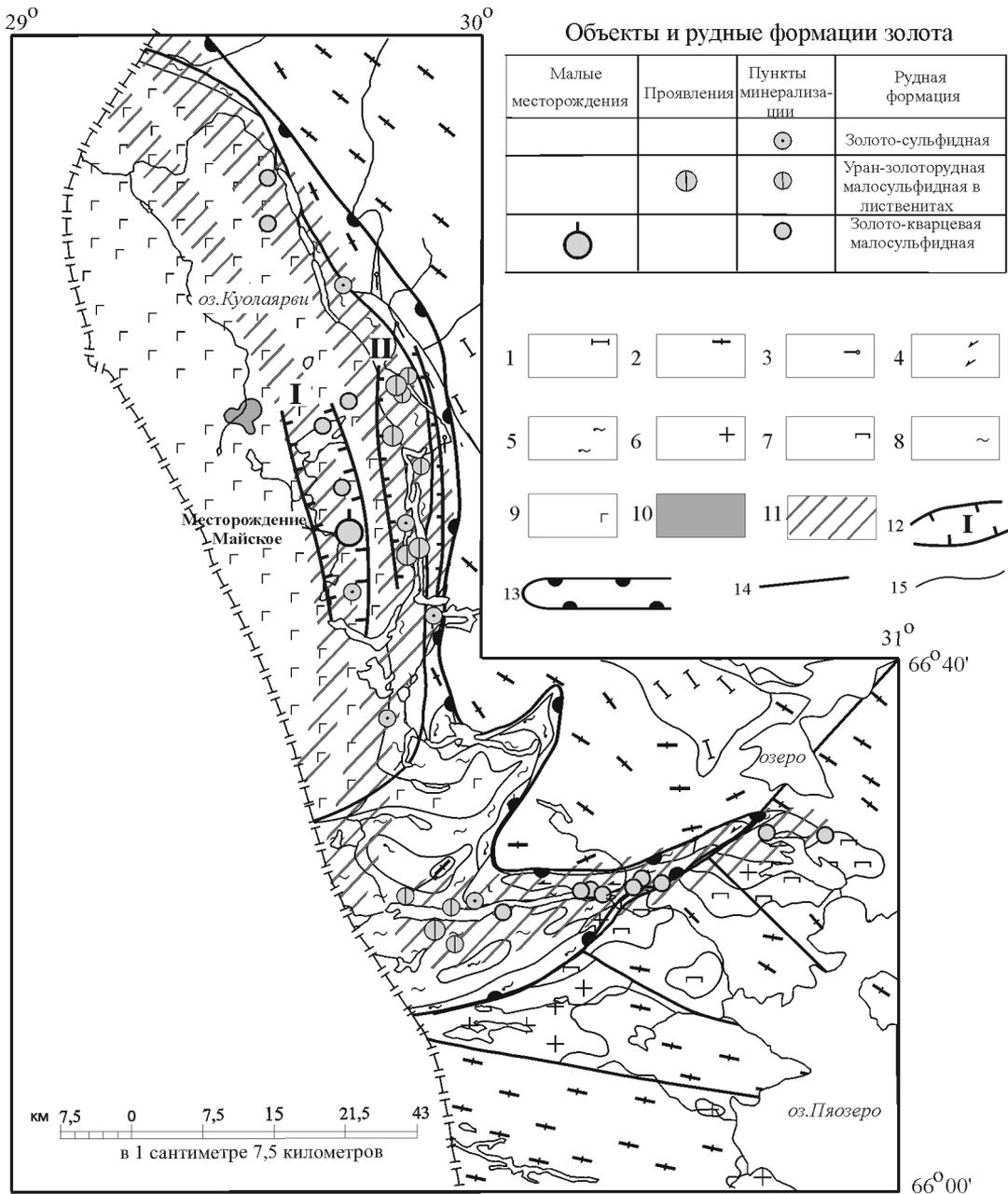
расположено Елетьозерское месторождение титана, железа и ванадия, а также ряд проявлений апатита, титана и редких земель. Подсчитанные запасы категорий  $C_1 + C_2$  ильменит-магнетитовой руды первого и второго сортов – 59,6 млн т, третьего сорта – 42,7 млн т на балансовый учет не поставлены. [326]. Забалансовые запасы титана составляют 102,27 млн т. Запасы ниобия по категории  $C_2$  – 0,355 тыс. т. Для церия и лантана оценены ресурсы категории  $P_3$  – 16,9 и 44 тыс. т соответственно. Ресурсы апатита  $P_1 + P_2$  – 62,7 млн т [326].

**Куола-Панаярвинский уран-золоторудный район** приурочен к Куолярвинскому синклинию и Панаярвинской складчатой структуре, имеет площадь 2673 км<sup>2</sup> (рис. 24). В пределах района известны месторождение золота Майское, проявления золота и урана Алим-Курсуярви, Озерное, Кварцевый, Лагерное, Киеккилампи, Корпела, Леппяля.

Куола-Панаярвинский РР расположен в западной части Северной Карелии, вблизи границы с Финляндией. В геологическом отношении она объединяет две структуры – Куолярвинский синклиний и Панаярвинскую складчатую структуру, сложенные метаморфизованными осадочно-вулканогенными образованиями сумия, ятулия и людиковия. Вдоль границы синклинория с породами фундамента выделяется зона складчато-разрывных дислокаций Апарвинского разлома. Многочисленные мелкие складки и разрывы, представленные блоостакатаклазитами и милонитами, наблюдаются в полосе озер Апарви–Пюхярви–Аухтиярви. Особенно выделяется интенсивностью дислокаций район оз. Алим-Курсуярви. Панаярвинская структура является узким вытянутым синклинием размером 50×20 км, осложненным многочисленными продольными разрывами сдвигового характера. Большая часть раннепротерозойского прогиба располагается на территории Финляндии. На российскую часть структуры приходится ее восточное крыло. Субширотная Панаярвинская структура представлена ансамблем узких, крутонаклонных сжатых складок. Она сложена сумийскими, сариолийскими и ятулийскими образованиями. Структура образована несколькими узкими синклиналями и разделяющими их антиклиналями. Крылья складок часто сорваны и осложнены крутопадающими сдвигами, к которым приурочены многочисленные тела основных пород и метасоматитов.

При проведении поисковых работ медно-никелевых руд 1971 г. было открыто золото-кварцевое месторождение Майское. За период с 1972 по 1978 г. на этой площади выполнены комплексные поиски золота масштабов 1:25 000 и 1:50 000. Были установлены многочисленные проявления золота в кварцевых жилах, большое количество точечных геохимических аномалий и шлихов с золотом. В пределах РР известны многочисленные урановые, золото-урановые и золоторудные проявления, связанные с зонами региональных метасоматитов аухтиярвинского комплекса, особенно с хлоритовыми пропилитами, березитами и связанными с ними сульфидными рудами, а также с ураноносными альбититами, которые также контролируются зонами разрывных нарушений.

Месторождение Майское расположено в центральной части Куолярвинского синклинория. На месторождении выделено восемь рудных тел мощностью от 1,1 до 5,5 м. Общие запасы месторождения составили:



**Рис. 24. Геолого-минерагеническая схема Куола-Панаярвинского золоторудного района.**

1–4 – ранний–поздний архей: 1 – гнейсовый метаморфический комплекс: гнейсы биотитовые, иногда с гранатом, кианитом, амфибол-биотитовые, амфиболовые, амфиболиты; 2 – мигматит-диоритовый и мигматит- и анатектит-гранитов комплексы нерасчлененные: мигматиты, гнейсовидные диориты, кварцевые диориты, тоналиты, граниты микроклин-плагиоклазовые и плагиомикроклиновые, мигматиты, мигматит-граниты, гнейсо-граниты, иногда гранодиориты; 3 – амфиболитовый метаморфический комплекс: амфиболиты (предположительно по породам среднего лопия); 4 – Ала-

руда – 24,57 тыс. т, золото – 0,1968 т (категория С<sub>2</sub>). Суммарная оценка прогнозных ресурсов золота по категориям P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub> составила 0,537 т.

На сопредельной территории Финляндии в западной части этой структуры известен ряд мелких и средних месторождений золота. Эталонным объектом для выделенной площади является месторождение золота Суурикуосикко, расположенное в зоне Кителя–Соданкюля Финской Лапландии с разведанными запасами золота 110 т, а также многие другие золоторудные проявления – Кейвитса, Пахтавуома, Кукасярви, Карвасвара и др. Район данного месторождения сходен по многим позициям (протерозойский прогиб, узел сочленения разноориентированных дислокаций, переслаивание метавулканитов и углеродистых сланцев, интенсивные изменения, представленные альбититами и березитами) с Куола-Панаярвинским РР.

Удельная продуктивность для Кительской структуры составляет: 110 т : 500 км<sup>2</sup> = 0,22 т/ км<sup>2</sup>.

Ресурсы P<sub>3</sub> для Куола-Панаярвинского РР рассчитывались по формуле:

$P_3 = P_y \times S \times K / 1000 = 0,22 \text{ т/ км}^2 \times 2673 \text{ км}^2 \times 0,1 = 58,8 \text{ т}$ , где P<sub>y</sub> – удельная продуктивность эталонного объекта; S – площадь прогнозной площади; K = 0,1 – поправочный коэффициент.

**Центрально-Карельская уран-молибден-золоторудная ПМЗ** находится в южной части листа. Она начинается южнее оз. Куйто и прослеживается в юго-восточном направлении до границы листа на 100 км при ширине 30–40 км. В состав ПМЗ входят приразломная Чирко-Кемская синклинали и фрагменты Хедозерско-Нюкозерского пояса. Основные рудные объекты ПМЗ расположены на смежном листе P-36, в пределах данного листа наблюдаются редкие проявления и пункты минерализации урана, меди, золота и молибдена. Суммарные ресурсы золота ПМЗ с учетом объектов листа P-36 (Майярви и Ятулий-1) категории P<sub>2</sub> – 18,8 т, P<sub>3</sub> – 16 т [326].

**Костомукшский алмазоносный ПРУ** рифейского возраста имеет площадь 2780 км<sup>2</sup>. В пределах узла выявлены три куста даек лампроитов: Корпангский, Костомукшский, Таловейс. Всего в них обнаружено 78 даек

---

тало серия: метаморфизованные андезибазальты, конгломераты; 5–9 – ранний протерозой: 5 – сиеппиярвинская серия: метаморфизованные базальты, андезибазальты, туфосланцы, туфопесчаники, полимиктовые конгломераты; 6 – койгерский монцодиорит-гранитовый комплекс: граниты, граносиениты, кварцевые сиениты, монцониты, монцодиориты; 7 – олангский плутонический перидотит-пироксенит-габброноритовый комплекс: перидотиты, оливиниты, пироксениты, нориты, габбро-нориты, габбро; 8 – куолапанаярвинская серия: кварциты, гравелиты, слюдяные сланцы, мраморизованные доломиты, метабазальты; 9 – куолаярвинская серия: слюдяные сланцы, частью филлитовидные и углеродистые, мраморизованные доломиты, кварцито-песчаники, метаморфизованные базальты, редко пикробазальты и пикриты; 10 – ковдорский оливинит-фоидит-фоидолит-карбонатитовый плутонический комплекс: оливиниты, турьяиты, мельтейгиты, якупирангиты, нефелиновые сиениты, карбонатиты; 11 – ареалы преимущественной локализации метасоматических пород аухтиярвинского комплекса: эпидот-амфиболовые и эпидот-хлоритовые пропилиты, хлорит-альбитовые и кварц-альбитовые с урановой минерализацией, альбит-кварцевые и карбонат-кварцевые метасоматиты с сульфидной минерализацией, альбит-карбонатные и пирит-карбонатные листвениты; 12 – перспективные зоны локализации рудоносных метасоматитов и их номера: I – Хосиярвинская, II – Нилуттиярвинская; 13 – Куола-Панаярвинский золоторудный район; 14 – разрывные нарушения; 15 – геологические границы.

лампроитов, 39 из них вскрыты скважинами и 13 наблюдаются в карьере железорудного месторождения. Лампроиты прорывают метаморфиты контожской и гимольской серий лопия. Они представлены дайками протяженностью 100–400 м и мощностью 0,15–12,0 м. Выявлено одно тело лампроитов в виде трубки площадью 0,3 га.

Алмазы в лампроитах найдены в четырех малообъемных пробах (60–200 кг) и обычно представляют собой мелкие кристаллы или их обломки размером от  $0,05 \times 0,5 \times 0,5$  до  $0,65 \times 0,43 \times 0,4$  мм, наблюдаются единичные кристаллы более 1 мм. Редко отмечаются единичные крупные обломки кристаллов размером до 1,3 мм. Минералы-спутники представлены хромдиопсидом и хромшпинелидом (до сотен знаков), пиропом и пикроильменитом. Также алмазы обнаружены в рыхлых отложениях. Алмазы (обломки, осколки) содержатся в двух малообъемных пробах весом ~ 200 кг в количестве 5 и 10 знаков размером 0,2–1,1 мм (пробы дробились до 4 мм), из них семь – размером  $> 0,5$  мм. Кроме алмазов, обнаружен широкий спектр минералов-индикаторов алмазов (МИА) – барит, хромшпинелиды, хромдиопсид, флогопит, оливин, пироп, пикроильменит. Впервые сопоставление Костомукшских флогопитовых и лейцитовых пикритов с флогопито-оливиновыми лампроитами Западной Австралии было проведено в 1989 г. [393]. Возраст лампроитовых даек, определенный K-Ar, Sm-Nd и Rb-Sr методами, для Костомукшского района составляет 1180–1238 млн лет. Прогнозные ресурсы Костомукшского ПРУ оцениваются (млн карат):  $P_2 - 4,5$ ,  $P_3 - 45$  [243].

При генерализации фактического материала в масштабе 1:1 000 000 отчетливо проявляются и фиксируются на карте такие важные региональные минерагенические закономерности как сочетание литологических, структурных и метасоматических факторов рудоносности, соответствие метаморфической и минерагенической зональности, линейное простирание минерагенических зон, локализация рудных узлов в местах пересечения разновозрастных флюидопроницаемых зон.

Метасоматические процессы играют значительную роль в формировании металлогенической зональности в докембрии региона. Повышенная флюидонасыщенность магматических и метаморфических процессов в выделенных металлогенических зонах предопределяет специфические условия их протекания. Собственно метасоматические процессы в этих тектонических структурах протекают гораздо более интенсивно (содержание метасоматитов увеличивается на 1–2 порядка) и формируют дифференцированную метасоматическую зональность (кислотные – основные и щелочные фации). Метасоматиты проявлены локально, но их совокупность трассирует региональные флюидопроницаемые тектонические зоны. По системам линейно-вытянутых или кулисообразных разломов метасоматиты «пропитывают» вмещающие их породы. Это резко увеличивает перспективность на различное оруденение не только метасоматитов, но и синхронных с ними магматических и метаморфических комплексов.

Значительна роль метасоматоза и в формировании полихронных минерагенических зон. Во многих случаях архейские структурные зоны «просвечивают» в протерозойских синклинорных структурах, поскольку

маркируются многочисленными проявлениями рудных метасоматитов. Далеко не случайно практически полное совпадение главных границ структурно-тектонических подразделений в докембрии региона и зон повышенной флюидопроницаемости, выделяемых на схематической карте метаморфизма и метасоматоза. Таким образом, регионально коррелируемый докембрийский метасоматоз выступает и как тектонический, и как минерагенический фактор.

В настоящее время признано, что перенос и отложение рудных компонентов является наиболее широко распространенным фактором рудообразования в земной коре [438], а это в наибольшей степени типично именно для гидротермально-метасоматической деятельности. В процессе метасоматоза достигается чрезвычайно высокая степень дифференциации породообразующих и рудных компонентов по их щелочно-кислотным свойствам. В связи с этим применительно к металлогении Карело-Кольского региона следует констатировать, что многие рудные и нерудные объекты, ранее традиционно интерпретировавшиеся как магматогенные или осадочные, в действительности оказываются магматогенно-метасоматическими, метаосадочно-метасоматическими и т. д. Из этого следует, что сочетание различных факторов рудоносности (особенно вулканогенно-осадочного и метасоматического) в наибольшей мере характеризует региональную минерагеническую зональность.

С учетом отмеченных выше региональных факторов рудоносности на основе опыта проведенных исследований можно сформулировать признаки золотоносности для выделения конкретных прогнозируемых площадей в пределах ПМЗ и ПРУ:

1 – крупные масштабы метаморфо-метасоматического массопереноса и практически площадная интенсивная перекристаллизация вмещающих пород;

2 – высокая химическая контрастность метасоматической зональности – от основного (амфиболового) до ультракислого (кварцевого) состава, развитие интенсивно проявленной графитизации и последующего прожилково-штокверкового окварцевания;

3 – наличие многочисленных структурных ловушек в тектонизированных контактах интрузий и в замковых частях антиклинальных складок;

4 – высокая флюидонасыщенность на протяжении всей раннедокембрийской истории эндогенного развития шовных зон;

5 – геохимическая специализация вмещающих образований;

6 – наличие многочисленных точек золоторудной минерализации (до 3–4 г/т) по простиранию той же структурной зоны и находящихся в сходной геологической позиции.

Таким образом, основные черты докембрийской минерагении региона определяются контрастным сочетанием оруденения различного возраста и генезиса в составе выделенных минерагенических зон и узлов. Широко проявленные процессы перераспределения рудного вещества во флюидопроницаемых зонах, несмотря на глубокий уровень эрозионного среза, позволяют рассматривать это обстоятельство как одну из главных минерагенических закономерностей данной территории. В последние годы на

рассматриваемой территории выявлен ряд новых перспективных месторождений различного сырья, с которыми и связываются наиболее благоприятные перспективы развития минерально-сырьевой базы Карело-Кольского региона.

## Перспективы нефтегазоносности

Площадь листа Q-36 в основном принадлежит к бесперспективной в отношении нефтегазоносности территории Балтийского щита. И только небольшая западная часть Беломорской зоны интракратонных прогибов с рифейским чехлом, клином вдающаяся в кристаллические массивы, которая расположена в акватории Белого моря, может быть отнесена к перспективно нефтегазоносной области, входящей в Мезенскую перспективно нефтегазоносную провинцию.

Промышленная нефтегазоносность рифейских отложений в прилегающих районах Русской плиты на сегодняшний день не установлена. При этом, рифейский комплекс пород, изученный по данным бурения в пределах Мезенской синеклизы, расположенной восточнее, одними исследователями рассматривается как малоперспективный или вовсе бесперспективный [255], а другими – как один из основных объектов поиска [8, 66, 124, 202, 478, 624].

## Перспективные нефтегазоносные комплексы

Рифейские отложения на площади листа Q-36, в отличие от восточных районов Мезенского бассейна, где они перекрываются флюидоупором хорошего качества (глинами усть-пинежской свиты), залегают лишь под тонким плащом четвертичных осадков. Сохранность залежей здесь могут обеспечить только внутриформационные флюидоупоры.

**Рифейский потенциально нефтегазоносный комплекс** (ПНГК) локализован в пределах исследуемой части Беломорской зоны интракратонных прогибов. Мощность отложений и стратиграфическая полнота разрезов резко меняются по площади. Наиболее полные разрезы приурочены к южной зоне рассматриваемой части Кандалакшско-Онежского грабен-прогиба, где общая мощность рифейских отложений до 7,5–9,5 км, а верхнего сейсмокомплекса (P–D) – до 3,5 км. В западном направлении, где грабен замыкается, и на север, к берегу Кольского полуострова, мощность рифейских отложений, представленных только нижним, оленецким, сейсмокомплексом (F–P), сокращается до 1,5–1,0 км. Области, в которых мощность отложений осадочного чехла менее этих величин, отнесены к бесперспективным землям.

Нефтегазогенерирующие толщи в разрезах восточных районов Мезенского бассейна выделены в отложениях пезской свиты среднего рифея и сафоновской серии верхнего рифея. Эти отложения испытали несколько этапов нефтегазообразования – рифейский, вендский и позднепалеозойский [624]. По сравнению с восточными разрезами рифея перикратонной

области, нефтегенерирующий потенциал рифейских отложений, заполняющих грабены интракратонной зоны, ожидается существенно ниже, поскольку здесь, по всей видимости, развиты преимущественно континентальные красноцветные грубообломочные породы.

На южном побережье Кольского полуострова – это оленицкая серия, к которой относятся терская и турьинская свиты, описание которых приведено, в гл. «Стратиграфия».

Проницаемые толщи в рифейском комплексе восточных районов Мезенского бассейна, приуроченные к дорогорской свите, характеризуются плохими коллекторскими свойствами. Пористость образцов там составляет 0,57–3,75%, проницаемость не превышает  $1 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> [610]. В Кандалакшско-Онежском грабене о физических свойствах средне-верхнерифейских пород можно судить только предположительно, но даже если в разрезе определенно существуют проницаемые толщи, способные аккумулировать УВ, наличие залежей контролируется главным образом флюидоупорами. Экранирующие толщи здесь, если присутствуют, то имеют зональный характер развития и могут быть приурочены к интервалам, которые на сейсмических разрезах формируют протяженные отражения.

## НЕФТЕГАЗОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Учитывая ведущую роль структурно-тектонического фактора при проведении нефтегазогеологического районирования [321], в настоящей работе мы связываем нефтегазогеологические подразделения с тектоническими элементами, выделенными на основе сейсморазведочных данных по акватории Белого моря. В соответствии с тектоническим районированием рифейского (основного потенциально нефтегазоносного) комплекса Мезенской ПНГП, в целом для провинции выделены три потенциально нефтегазоносные области: Предтиманская, Северокольско-Мезенская и Беломорско-Северодвинская ПНГО. Последняя из перечисленных ПНГО охватывает часть площади листа Q-36. Подразделение области на районы, при современной стадии изученности бассейна и недоказанной нефтегазоносности, представляется преждевременным.

### Беломорско-Северодвинская ПНГО

Беломорско-Северодвинская ПНГО занимает юго-западную интракратонную (или внутриплитную) часть Мезенского бассейна, включая пограничный элемент – Терско-Полгинский порог. В рамках листа Беломорско-Северодвинская ПНГО представлена отрезком Кандалакшско-Онежского грабен-прогиба и фрагментом Терской ступени. Площадь области составляет 5131 км<sup>2</sup>. Потенциально нефтегазоносным является рифейский комплекс отложений. При этом прогнозируется [128], что основная часть рифея в грабенах сложена преимущественно красноцветными терригенными отложениями, хотя и не исключается, что в верхней части разреза, возможно, распространены сероцветные толщи, которые могут содержать залежи нефти и газа.

Кандалакшко-Онежский грабен-прогиб в рамках листа представлен северо-западным замыканием. Мощность чехла в прогибе превышает 9,5 км, из которых до 3,5 км приходится на толщу пород верхнего сейсмокомплекса (Р–D). На южном склоне Терской ступени мощность осадочных толщ, представленных, предположительно, средне-верхнерифейскими отложениями, аналогичными оленицкой серии (оленицкий сейсмокомплекс), составляет 1500–2500 м.

Северо-восточный склон Кандалакшко-Онежского грабена в структурном отношении представляет, по сути, моноклираль, а слагающие его нерасчлененные средне-верхнерифейские образования нижнего и верхнего сейсмокомплексов очень глубоко денудированы, при этом поверхность рифея перекрыта только маломощной толщей четвертичных образований. Моноклираль осложнена тектоническими нарушениями, что является единственным структурообразующим фактором, который может обеспечить условия для формирования тектонически-экранированных ловушек, помимо других ловушек неструктурного типа, например, литологических.

### **Оценка прогнозных ресурсов нефти и газа**

По результатам официальной количественной оценки ресурсов УВ, проведенной в 1993 г. [624], в целом Мезенская синеклиза отнесена по газу к малоперспективной территории (НСР геологические – 36,6 млрд м<sup>3</sup> при средней плотности 0,22 млн м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>) и к перспективной – по нефти (НСР геологические – 1078,5 млн т, при средней плотности – 6,7 тыс. т/км<sup>2</sup>). Однако, учитывая характер рифейских отложений, рассматриваемых как «промежуточный» комплекс со специфическими чертами строения, была принята, до получения обоснованных эталонов, только качественная оценка перспектив нефтегазоносности Мезенской синеклизы. В последующем были проведены авторские оценки в работах И. А. Щукина и др. [663, 615,128]. По состоянию на 1.01.2002 г. официальная количественная переоценка начальных суммарных ресурсов Мезенской ПНГП не проводилась, была принята оценка 1993 г. без изменений.

В 2005 г. сотрудниками ВНИИОкеангеология была дана оценка перспектив нефтегазоносности Белого моря [590]. По их расчетам, плотности начальных суммарных ресурсов в Кандалакшко-Онежском грабене (в том числе на исследуемой части листа Q-36) составляют 30–50 тыс. т у. т./км<sup>2</sup>, а извлекаемых (прогнозных) ресурсов УВ – от 5 до 10 тыс. т у. т./км<sup>2</sup>. Всего НСР нефти, газа и конденсата по акватории Белого моря были оценены в 1048 (геол.)/174 (извл.) млн т у. т. В структуре НСР преобладает нефть. Доля нефти в извлекаемых ресурсах составляет 88%. Большая часть извлекаемых ресурсов (99%), в составе которых преобладают нефтяные, приурочена к рифейским отложениям.

Количественная оценка ресурсов нефти, газа и конденсата была выполнена объемно-генетическим методом с привлечением сведений по скважинам восточных областей Мезенского бассейна, разрезы которых, как было показано выше, существенно отличаются от западных районов Белого моря. Если аналогия между Понойской впадиной и Сафоновским

прогибом вполне уместна, то применение аналогичных параметров для расчета прогнозных ресурсов в зоне Кандалакшско-Онежского грабен-прогиба нам представляется не совсем корректным. Сами авторы оценки (К. Г. Вискунова, Е. Б. Суворова) при этом отмечают, что «проведенный расчет следует рассматривать как первое приближение к реальной величине НСР Белого моря. Параметры, принятые при расчетах, могут изменяться в широких пределах, что может привести к изменению расчетных ресурсов более чем на порядок, как в сторону уменьшения, так и увеличения». Что касается западной части бассейна Белого моря, то изменение будет, скорее всего, в сторону уменьшения.

Все авторские оценки прогнозных ресурсов УВ базировались в основном на применении объемно-генетического метода, который, как правило, дает завышенные на 40–50% результаты. На сегодняшний день согласно «Методическому руководству по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата, 2002» [321] принцип сравнительной геологической аналогии является главенствующим в оценке ресурсов углеводородов слабоизученных территорий. Поэтому, наиболее реальной из всех попыток оценки прогнозных ресурсов УВ Мезенской синеклизы выглядит оценка ВНИГРИ (2001 г.), выполненная сравнительно-геологическим методом. Итоговые результаты этой оценки ресурсов УВ составили 1275 (геол.)/223 (извл.) млн т у. т., из них 1219/178 млн т нефти и 56/45 млрд м<sup>3</sup> газа.

За прошедший период принципиально новых открытий, изменяющих представление о потенциально нефтегазоносном рифейском комплексе Мезенской ПНГП, получено не было.

Таблица 13

Прогнозные ресурсы углеводородов. Лист Q-36

| ПНГО         | Эд-ты<br>1 п. | Эд-ты<br>2 п. | Подл.<br>уч. | S, км <sup>2</sup> | Плотность,<br>тыс. т/км <sup>2</sup> |       | НСР, геологическое |              |                  |                  | Прогнозные ресурсы, извлекаемые |                          |                          |                        |                        |
|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------------|--------------------------------------|-------|--------------------|--------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
|              |               |               |              |                    | RF                                   | V+PZ  | RF                 | V+PZ         | Σ                | нефть            | газ                             | К <sub>извл.</sub> нефть | Q <sub>извл.</sub> нефть | К <sub>извл.</sub> газ | Q <sub>извл.</sub> газ |
| I-A          | A1            |               | 1            | 791,264            | 3,700                                | 0,000 | 2927,677           | 0,000        | 2927,677         | 2810,570         | 117,107                         | 0,230                    | 646,431                  | 0,800                  | 93,686                 |
|              | A2            |               | 1            | 1407,880           | 4,800                                | 0,000 | 6757,824           | 0,000        | 6757,824         | 6487,511         | 270,313                         | 0,220                    | 1427,252                 | 0,800                  | 216,250                |
|              |               |               | 2            | 2932,314           | 8,100                                | 0,000 | 23751,743          | 0,000        | 23751,743        | 22801,673        | 950,070                         | 0,230                    | 5244,385                 | 0,800                  | 760,056                |
| <b>ИТОГО</b> |               |               |              | <b>5131,458</b>    |                                      |       | <b>33437,244</b>   | <b>0,000</b> | <b>33437,244</b> | <b>32099,754</b> | <b>1337,490</b>                 |                          | <b>7318,068</b>          |                        | <b>1069,992</b>        |

В связи с этим, для расчетов прогнозных ресурсов листа Q-36 в данной работе применялся способ оценки ресурсов по удельной плотности на единицу площади. При этом использовались плотности, обоснованные по результатам предыдущих оценок, в том числе С. В. Аплонова с соавторами [128], с учетом оценки ВНИГРИ, выполненной методом геологических аналогий [615]. Удельные плотности, которые были получены при оценках объемно-генетическим методом, уменьшались на 40%. Корректировка плотностей в пределах листа произведена также в соответствии с уточненными структурно-тектоническим районированием. При выборе удельной плотности для подсчетных участков, расположенных в акваториальной части Беломорско-Мезенского бассейна, принимался коэффициент аналогии 0,6. Соотношение нефти и газа принято по данным официальной количественной оценки.

В пределах Беломорско-Северодвинской ПНГО проведено ранжирование земель по степени их перспективности. К наиболее перспективным территориям отнесены земли, где развиты рифейские отложения значительной мощности. Здесь возможно прогнозирование в прибортовых участках тектонически-экранированных ловушек, которые могут являться поисковыми объектами (см. Карту прогноза нефтегазоносности).

По результатам проведенной оценки НСР (геологические) листа Q-36 составляют 33,4 млн т у. т. (табл. 13). Нефть составляет 96%, или 32,1 млн т, газ – 1,3 млрд м<sup>3</sup>. Извлекаемые ресурсы, соответственно, нефти – 7,3 млн т, газа – 1 млрд м<sup>3</sup>. Все прогнозные ресурсы приурочены к рифейскому ПНГК.

---

---

---

## ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Территория листа расположена в пределах юго-западной части Мурманской области (к югу от широты Мончегорска и от Госграницы к востоку до долготы Панских тундр) и на сопредельной территории северной части Республики Карелия до широты ж/д станции Идель. Административная граница Мурманской области и Карельской Республики почти совпадает с Полярным кругом.

На эколого-геологической схеме отображены основные экологически значимые ландшафтные особенности геологической среды (ГС), находящиеся как в естественном состоянии, так и под влиянием антропогенной нагрузки (антропогенно-природные ландшафты – нарушение почвенно-растительного покрова), а также площади существенного изменения ГС под влиянием техногенеза – техногенные ландшафты (комплексное нарушение компонентов ГС – почво-грунтов, рельефа, естественного состояния рыхлых отложений, коренных пород и их геодинамических, геохимических и гидрогеологических характеристик).

Выделение природных ландшафтов произведено на основе морфогенетической типизации для субаэральных ландшафтов суши, позволившей в первом приближении (учитывая масштаб схемы) соотнести восемь их разновидностей с сорбционными особенностями почво-грунтов и характером промывного режима, т. е. связать с устойчивостью к техногенному загрязнению. Для акватории Белого моря, клином входящей на территорию листа с юго-востока на северо-запад, выделены субаквальные ландшафты. Особенность их выделения основана на существенном значении современных гидродинамических процессов, морфологии дна и берегов акватории, определяющих особенности седиментации, транспортировки донных осадков и размыва дна. С выделением этих трех групп субаквальных ландшафтов – аккумулятивной, транзитной и деструктивной связаны общие особенности динамики дна, состав же осадков, от которого зависит сорбционная способность донных фаций, определяется конкретными фаціальными обстановками. В пределах акватории этой части Белого моря выделено шесть разновидностей таких обстановок.

Антропогенно-природные и техногенные ландшафты определяют соответствующие типы функциональной нагрузки, характеризующие особенности землепользования и степень изменения ГС под влиянием антропогенеза (к первым относятся площади лесоразработок, сельхозугодья и др., ко вторым – районы интенсивных геологоразведочных работ и промзоны

ГМК и ГОКов). На схеме представлена информация по источникам загрязнения. Это – промышленно-селитебные центры с оценкой напряженности в наиболее крупных из них по транспортной нагрузке и величине индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), промобъекты за пределами населенных пунктов (карьеры, шахты, ГОКи, хвостохранилища, ТЭЦ, ГЭС и др.). Здесь же представлены данные по загрязнению почв (с указанием токсикантов), рек и акваторий (по величине индекса загрязнения вод (ИЗВ), а также сведения по проявлению опасных природных процессов и явлений (лавин, обвалов, осыпей, заболачивания и др.).

На схеме оценки эколого-геологической обстановки в зависимости от степени изменения ГС под антропогенным или техногенным воздействием показаны пять градаций оценки эколого-геологической обстановки.

### **Эколого-геологические условия**

Основными особенностями географического положения, существенно влияющими на эколого-геологические условия региона, являются:

1) расположение территории у Полярного круга и севернее его; это в существенной мере определяет суровость климата и резкую сезонную диспропорцию солнечной радиации;

2) близость Атлантики и наличие в юго-восточной части территории участка акватории Белого моря с глубоко врезаемым в сушу мелководным Кандалакшским заливом, что, в целом, оказывает «смягчающее» воздействие на климат региона: в частности, гряда Кандалакшских тундр, препятствуя поступлению холодных арктических масс, создает условия в кутовой части Кандалакшской губы для уникального в этих широтах микроклимата, сопоставимого с северной частью Финского залива;

3) расположение территории на восточной периферии Балтийского щита с поверхностным и близповерхностным положением кровли кристаллического фундамента при относительно маломощном покрове ледниковых и постледниковых отложений валдайского оледенения, что, имея в виду климатический фактор, объясняет значительную обводненность территории (обилие озер и болот) и слабую защищенность подземных, в основном трещинных вод от загрязнения;

4) ресурсная составляющая, включающая, с одной стороны, наличие крупных и разнообразных разрабатываемых месторождений полезных ископаемых и промышленных центров преимущественно в северной части территории, с другой – значительный и экстенсивно эксплуатируемый потенциал лесных ресурсов в центральной и южной части территории.

**Основные элементы орогидрографии региона.** Геоморфологические особенности территории существенно влияют на эколого-геологические условия региона, что, в частности, проявляется:

1) в плане ландшафтной ее дифференциации (от тундровых и редколесных низкогорий и пустынно-тундровых среднегорий в северной части до низменных, плоских, морских равнин с эродированными выступами кристаллического фундамента в прибрежной части Белого моря);

2) в отношении климатического разнообразия и особенностей местной атмосферной циркуляции;

3) в корреляции особенностей рельефа с характером почво-грунтов и водной миграции;

4) в особенностях проявления опасных и неблагоприятных экзогенных процессов и явлений (от лавин и обвально-осыпных для горных районов до заболачивания на низменных равнинах). Общий орографический план территории асимметричен, в северной части основными его элементами являются:

– среднегорные массивы Хибинских и Ловозерских тундр и Чуна- и Мончетундр с максимальными абсолютными отметками 1191, 1120 и 1114 м соответственно;

– низкогорных, расположенных южнее – Иолги-тундра (784 м), Канда-лакшские тундры (628 м), Колвицкие (606 м) и др., а также массивы Федоровой тундры (517 м) и Панских тундр (629 м) в северо-восточной части.

Равнинная часть территории представлена:

– экзарационными цокольными возвышенными равнинами (400–600 м) в северо-западных и северо-восточных районах, где мощность чехла ледниковых образований в целом незначительна, а выходы кристаллического фундамента и значительная расчлененность рельефа являются характерными особенностями местности;

– аккумулятивно-денудационными ледниковыми и водно-ледниковыми всхолмленными равнинами (200–400 м), занимающими большую часть территории, с разделяющими их озерно-ледниковыми плоскими равнинами (100–200 м), с обширными пространствами заболоченных лесов и болот, с обилием озер и участков холмисто-западинного камового рельефа в центральной и южной части;

– аккумулятивные морские низменные равнины (до 100 м) с экзарационными формами и массивами болот вдоль прибрежной полосы Белого моря.

Общему орографическому плану территории, представляющему собой подобие амфитеатра с резким уменьшением гипсометрических отметок с севера и северо-запада на юг–юго-восток, соответствуют и особенности гидрографии. Крупнейшие озера региона – Имандра, Умбозеро и Ловозеро, разделяющие горные массивы, имеют тектоническое происхождение, большая же часть озер равнинной территории ледникового происхождения и представляют собой неглубокие водоемы. Реки региона небольшой протяженности и вместе с озерами составляют сложные озерно-речные системы. Они отличаются высокой естественной зарегулированностью стока (большое количество проточных озер), слабым врезом и ступенчатым продольным профилем с обилием порогов и небольших водопадов. Проточные озера являются промежуточными коллекторами возможного и реального техногенного загрязнения донных осадков. К наиболее крупным рекам мурманской части территории относятся Умба и Нива, карельской – Кереть и Кемь. В целом бассейны водосбора рек невелики. Естественная зарегулированность рек благоприятна для строительства небольших ГЭС,

которых здесь немало. Реки, впадающие в Белое море, считаются нересловыми, в связи с чем был ограничен, а позже и запрещен молевой сплав древесины [404].

**Климатические особенности.** Климат региона весьма неоднороден. На северной периферии, относящейся к центральным районам Кольского полуострова, в пределах среднегорных массивов Ловозерских тундр, Хибинских тундр, Чуна- и Мончетундр, климат имеет существенно континентальные черты – холодные суровые зимы и относительно теплое лето. На Терском и Кандалакшском побережье Белого моря климат умеренно континентальный, морской. Наиболее существенную роль в формировании климатических особенностей играют циклоны Атлантики, с которыми связано поступление влажных и относительно теплых атмосферных масс, а также периодические вторжения арктического воздуха. За исключением горных районов, для территории региона характерны относительно мягкие зимы и прохладное, с большим количеством осадков, лето. Средние температуры самого холодного здесь месяца – февраля минус 10–14 °С, самого теплого – июля – плюс 11–14 °С. Осадки в течение года выпадают от 180 до 200 дней, а их количество на беломорском берегу и южнее составляет от 500 до 700 мм, в горах – до 900–1200 мм [31]. Недостаток инсоляции при малой дренируемости большей части территории способствует широкому развитию процессов заболачивания. Распределение осадков в виде дождя и снега примерно равное, но в горах к концу марта–началу апреля мощность снегового покрова достигает 1–2 м, что наряду с особенностями рельефа (наличие каров, цирков, незалесенных склонов) способствует высокой лавиноопасности [514]. С атмосферным влиянием связано преобладание ветров северо-западного и западного направлений, что наряду с особенностями рельефа (наличием межгорных депрессий) и особенностями расположения ГМК и ГОКов и сопутствующей инфраструктуры определяет особенности площадей аэрогенного газопылевого загрязнения, как от собственных источников, так и за счет трансграничного переноса [514].

**Ландшафтные особенности.** Ландшафты, как основная таксономическая единица природно-территориальных комплексов, представляют собой генетически единую территорию с однородным геологическим субстратом, одним типом рельефа, климата, почвенно-растительных ассоциаций, в наиболее полном и концентрированном виде отражают особенности эколого-геологических условий. Для настоящего уровня обобщений в качестве подхода к их выделению в пределах суши выбран морфогенетический. Этот подход позволяет связать характерные особенности рельефа с его происхождением, определив главные особенности литогенной основы ландшафта, как субстрата для образования почв под влиянием климата, выявить основные экодинамические тенденции и увязать с возможной или реальной реакцией ГС (и шире природной среды) на техногенное воздействие. При этом, в первом приближении, можно охарактеризовать устойчивость ландшафтов к техногенному геохимическому загрязнению (учитывая сорбционные особенности почво-грунтов и водного режима), к механическому нарушению ГС (учитывая современную активность

типичных экзодинамических процессов), а также определить спектр опасных природных процессов экзогенной природы, присущих именно данному ландшафту.

В пределах данной территории региона были выделены два морфогенетических типа горных ландшафтов – пустынно-тундровые среднегорья и тундровые и редколесные низкогорья. Они отличаются, кроме гипсометрических параметров, степенью проявления опасных склоновых процессов (лавинные и обвально-осыпные), с одной стороны, и наличием или практическим отсутствием скудного и маломощного почвенно-растительного комплекса – с другой. Обе эти категории ландшафтов отнесены по степени устойчивости к техногенному загрязнению к устойчивым. Здесь следует отметить, что, несмотря на значительную сложность и пестроту коренных пород, в этом масштабе их экогеологическая составляющая, прежде всего, касается невозможности аккумуляции сколько-нибудь значимого техногенного загрязнения в крупно- и мелкообломочном материале склонов и в маломощном элювиально-делювиальном плаще выположенных вершинных поверхностей. Что же касается повышенного естественного радиоактивного фона, то это ОПЯ рассматривается в другом разделе.

Для равнинных территорий, которые в целом принадлежат к северо-таежной зоне и относятся к бореальным ландшафтам, было выделено шесть их морфогенетических типов, для которых степень их устойчивости к техногенному загрязнению определялась сорбционными особенностями и характером водного режима:

- экзарационные цокольные равнины, расчлененные, с многочисленными выступами кристаллического фундамента в виде экзарационных форм, с отсутствием сплошного покрова ледниковых образований, представленных преимущественно валунными супесями с иллювиально-гумусовыми подзолистыми почвами и локальными болотцами (относительно устойчивые);

- аккумулятивные водно-ледниковые (флювиогляциальные) равнины, с грядовым и холмисто-западинным рельефом, сложенные песками и валунно-галечным материалом на подзолистых и супесчаных почвах (устойчивые);

- аккумулятивно-денудационные ледниковые равнины, холмистые и холмисто-увалистые, сложенные супесчаными и суглинистыми отложениями с включением валунно-галечного материала, с отдельными экзарационными формами, озерами и болотными массивами, на глеево-подзолистых и иллювиально-гумусовых подзолах (относительно неустойчивые);

- аккумулятивные озерные и озерно-ледниковые равнины, плоские, сложенные преимущественно супесчано-илистыми и песчано-глинистыми отложениями, на глеевых и глеево-подзолистых почвах (относительно неустойчивые);

- болотные массивы с редкими суходольными залесенными островами на торфяно-глеевых почвах и торфах (неустойчивые);

- аккумулятивные морские равнины, сложенные песками, супесями, суглинками и супесчано-илистыми отложениями, с отдельными экзарационными формами, на железисто-гумусовых, глеево-подзолистых и глеевых почвах (неустойчивые).

В целом проблемы техногенного загрязнения boreальных ландшафтов связаны с промывным режимом и кислой реакцией почв, уровнем грунтовых вод, сорбционными свойствами подстилающих грунтов. Наиболее медленно удаляются из почв в этих ландшафтно-климатических условиях тяжелые металлы, период полуудаления которых для различных элементов составляет от первых десятков (для Zn и Cd) до сотен и тысяч (для Cu и Pb) лет [487]. Характер и особенности техногенного загрязнения территории будут рассмотрены ниже. Здесь же хотелось остановиться на том, что для boreальных ландшафтов массовые площадные вырубки (что весьма распространено, особенно на территории Карелии) приводят к повышению уровня грунтовых вод и вторичному заболачиванию. Восстановление коренного типа растительности на обширных вырубках и гарях может занимать от первых десятков до 120–150 лет. Одним из признаков аэрогенного загрязнения почв или нарушений, связанных с пожарами, является смена еловых лесов на сосновые и вторичные мелколиственные. Особенно проблемно восстановление лесов при высоком уровне грунтовых вод [348].

На акватории Белого моря субаквальные ландшафты по преобладающим гидродинамическим условиям отнесены к трем группам: аккумулятивным, транзитным и деструктивным. Поскольку в каждой группе существенная роль в механическом составе донных отложений, а значит и их сорбционными особенностям и устойчивости к техногенному загрязнению, принадлежит природе седиментогенеза, каждая из групп представлена разнообразиями по преобладающей современной фациальной обстановке.

В связи с этим в аккумулятивной группе выделены:

- флювиальные аккумулятивные мелкогрядовые равнины, сложенные хорошо сортированными песками, отмеченные в диапазоне от 10 до 30 м (устойчивые);

- нефелоидные аккумулятивные равнины с локальными полями перлювиальных отложений, сложенные пелито-алевритовыми осадками, отмеченные на глубинах от 50 до 100 м и сложенные алевро-пелитовыми осадками, которые характерны для глубин от 100 до 330 м (неустойчивые);

- аллювиально-морские пологонаклонные равнины, сложенные песками, алевритами, пелитами с растительными осадками, встреченные в диапазоне глубин от 0 до 15 м относительно неустойчивые).

К транзитной группе фациальных обстановок относятся:

- денудационно-аккумулятивные равнины (склонов котловин), сложенные алевритами, глинистыми алевритами с примесью песка (декливий), которые характерны для глубин от 50 до 250 м (относительно неустойчивые).

К деструктивной (размывной) группе фациальных обстановок относятся:

- флювиально-перлювиальные грядовые равнины, сложенные гравийно-галечными и несортированными песчаными отложениями, встреченные в диапазоне глубин от 20 до 80 м (устойчивые);

- ундулювиально-перлювиальные (волновые) равнины, сложенные валунными и гравийно-галечными отложениями с включением песков (мелководные банки) (устойчивые).

При этом, наиболее неустойчивы к техногенному загрязнению нефелоидные фации при интенсивной седиментации в губах и фиордах, где

существенна органическая илистая составляющая, а впадающие реки являются существующими или потенциальными каналами привноса техногенных токсикантов.

**Опасные природные процессы и явления.** К опасным природным процессам и явлениям (ОПЯ), характерным для рассматриваемой территории, относится три группы.

**Экзогенные ОПЯ.** В пределах средне- и низкогорных районов, преимущественно Хибинских, Ловозерских тундр, Чуна- и Мончетундр с крутыми, часто незалесенными склонами широко представлены склоновые ОПЯ: обвалы, осыпи, лавины. В районе г. Кировск противолавинной службой регистрируется до 150 крупных лавин в год, часть которых искусственно инициируется этой службой [514]. В равнинных районах в связи с ландшафтно-климатическими и гидрогеологическими причинами, о которых говорилось выше, наиболее широкое распространение получили процессы заболачивания, хотя крупных болотных массивов относительно немного. В основном болота занимают межгрядовые понижения и замкнутые котловины. Большинство болот относится к верховому (с атмосферным питанием) или переходному (с атмосферно-грунтовым питанием) типу. Имеет место вторичное заболачивание на участках сведенных лесов. В ряде случаев по берегам крупных озер-водохранилищ (Ковдозеро, Кумчаозеро и др.), как следствие постройки ГЭС, наблюдаются явления подтопления прибрежных низменных участков. В береговой зоне Белого моря происходят приливоотливные явления, наиболее затрагивающие устьевые части рек и фиардообразных заливов. Здесь, наряду с угрозой подпруживания рек, особенно значимой в периоды половодий, благодаря приливоотливным явлениям осуществляется естественная очистка берегов от мусора и загрязнения.

**Эндогенные ОПЯ.** Балтийский щит в настоящее время испытывает неотектоническое поднятие, достигающее значений 0,4–0,6 см в год в Ковдор-Аллакурттинском, Куолярвинском, Пяозерском и Костомукшском блоках [258]. Сейсмическая реализация напряжений в результате неравномерных неотектонических блоковых поднятий реализуется в землетрясениях, достигающих 4–5-балльной магнитуды. Согласно ОСР-97 интенсивность возможного превышения в течение 50 лет на территории Кольского полуострова и прилегающей части Северной Карелии 7-балльного землетрясения составляет 1% [30]. Неравномерное распределение напряжений в зонах разломов (наиболее активны разломы северо-восточного простирания) в жестких кристаллических породах вызывает вывалы и горные удары, особенно опасные при шахтной разработке месторождений [218]. Следы сейсмодислокаций, выражающиеся в появлении свежедробленного щебня, неоднократно устанавливались на берегах Кандалакшского залива.

**Природные геохимические аномалии.** Экологическое значение геохимических аномалий определяется не столько присутствием токсичных или содержанием (и недостатком) необходимых для биологических организмов и, прежде всего человека, элементов и соединений, сколько формой их нахождения в природе и возможностью попадания в трофические цепи. Таким образом, реальную опасность представляют гидрогеохимические и радиогеохимические аномалии.

Вместе с тем, на рассматриваемой территории выделяются три аномальные геохимические зоны:

– Печенгско-Варзугская – на территории листа площади Чуна- и Мончетундр, Федоровой тундры и Панской тундры (аномалии по Cu, Ni, Pb, Zn);

– Ловозерско-Хибинская (аномалии по Zn, Nb, Mo, TR);

– Куолоярви-Панаярвинская – восточная ветвь (аномалии по Ag, Cu, Pb, Zn).

Однако наиболее опасными являются элементы, содержащиеся в геологических образованиях, имеющие повышенные значения коэффициента водной миграции – Se, F, As, Cd, Hg, и U. Таким образом, имеющиеся геохимические аномалии, связанные с повышенными концентрациями тяжелых металлов в коренных породах, не являются проблемными для жизнедеятельности в этих районах. Более актуальным представляется дефицит J и Ca [348].

Основная доля естественного радиоизлучения в природной среде связана с радиоактивным распадом урана, тория и актиноурана, а также калия – 40 и рубидия. Содержание естественных радионуклидов (ЕРН) фиксируется в дозах естественного  $\gamma$ -излучения, при этом умеренные дозы составляют  $60\text{--}90 \times 10^{-2} \text{ м}^3$  в год. Существенно повышенные годовые дозы ЕРН отмечаются в пределах щелочных Хибинского и Ловозерского массивов, где она достигает на отдельных участках 250 [348]. Вместе с тем, ЕРН присутствуют в коренных породах в нерастворимой форме, что не создает опасности их миграции и облучения за пределами аномалий.

### **Эколого-геологические обстановки**

Эколого-геологические обстановки (ЭГО) формируются под влиянием антропогенного (техногенного) воздействия на ГС. Такое воздействие может быть негативным и позитивным, но гораздо чаще имеет отрицательные тенденции, особенно в долгосрочной перспективе, например масштабное осушение болот и заболоченных лесов может приводить к понижению уровня грунтовых вод, обмелению рек и усилению эрозионных процессов. На рассматриваемой территории антропогенное воздействие можно оценить как двухуровневое.

Во-первых, это образование антропогенно-природных ландшафтов, когда степень такого воздействия не нарушает структуру ландшафта и возможности его к самовосстановлению в реальном времени не исчерпаны. К таким антропогенно-природным ландшафтам отнесены: площади зарастающих вырубок, в том числе с частичной рекультивацией, площади интенсивных лесоразработок, гари (антропогенные причины лесных пожаров составляют от 85 до 95% по данным МЧС и Института леса) и сельхозугодья. В целом наиболее проблемными в этой группе являются районы интенсивных лесоразработок, когда масштабные лесосеки занимают площади от 30% и более. По данным неправительственных организаций, совпадающих с данными Института леса, площадь нетронутой тайги в Карелии составляет менее 7% и включает низкобонитетные нерентабельные насаждения

и территорию части особоохраняемых природных территорий. На территории листа наиболее экстенсивное использование лесных ресурсов на значительных площадях осуществляется в Костомукшском и Лоухском районах. Помимо общей экологической функции, леса имеют и защитное значение, предусматривающее снижение вредного влияния промышленных предприятий на населенные пункты и места рекреации, защиту рек и др. Как уже отмечалось, с массовыми вырубками может быть связано не только изменение бонитета, но и изменение гидрогеологического режима, возникновение или усиление экзогенных ОПЯ. Гари и сельхозугодья, занимающие локальные площади, в целом не оказывают серьезного влияния на ЭГО.

Во-вторых, это техногенные ландшафты, когда непосредственное нарушение касается не только почвенно-растительной составляющей, но и затрагивает его литогенную основу – нарушает естественное залегание грунтов. При этом происходит возникновение техногенного рельефа, изменение динамики и состава поверхностных и подземных вод, техногенное загрязнение почв не только в пределах площади непосредственного воздействия, но и за ее пределами.

К техногенным ландшафтам здесь относятся:

1. Районы многочисленных карьерных разработок месторождений нерудного и горнотехнического сырья (в районе пос. Чупа и пос. Енский). Здесь возник техногенный рельеф, произошли изменения в динамике поверхностных и грунтовых вод, нарушения почвенно-растительного покрова не только на объектах добычи, но и в результате прокладки подъездных дорог.

2. Территории промзон крупных ГМК и ГОКов с соседствующими населенными пунктами и входящей инфраструктурой (рудниками, шламонакопителями и хвостохранилищами, транспортными и энергетическими объектами). Нарушение состояния ГС и природной среды в целом здесь имеет комплексный характер. Это касается всех компонентов, начиная с газопылевого загрязнения атмосферы (посредством чего происходит масштабное загрязнение почв и водотоков на большом удалении от источников загрязнения) и, вплоть до возникновения масштабного техногенного рельефа и изменений динамических характеристик скальных грунтов до глубин в сотни метров (шахтная добыча – ОАО «Апатит»). Масштабы техногенных механических изменений ГС за счет деятельности горнодобывающих предприятий можно проиллюстрировать следующими примерами:

– подземный рудник «Карнасурт» (АО «Севредмет») – общий объем подземных выработок составляет 7 млн м<sup>3</sup> [186];

– рудник «Ена» (ОАО «Ковдорслюда») – общий объем подземных пустот около 1 млн м<sup>3</sup>, в том числе 60 000 м<sup>3</sup> незакрепленных единичных камер, водоприток практически отсутствует. С 1993 г. подземные разработки не производятся; карьерные выработки на том же руднике – 21,5 млн м<sup>3</sup> [186];

– карьер «Центральный» (ОАО «Апатит») – при отработке карьера к 2010 г. общий объем отработанной породы составил 570 млн м<sup>3</sup> при глубине 480 м [186].

Крупные карьерные отработки существенным образом влияют на ГС, создавая ландшафтные аномалии не только в форме техногенного рельефа, но и нарушая естественную динамику поверхностных и подземных вод, приводят к геохимическому и пылевому загрязнению вод и почв прилегающих площадей в процессе эксплуатации. Подземные выработки менее экологически опасны в условиях Балтийского щита, а в ряде случаев могут использоваться в качестве мест складирования промстоков, в том числе и токсичных.

Весьма более серьезной является проблема хранения отходов обогащения. Помимо отчуждения значительных площадей под полигоны складирования этих отходов, хвостохранилища являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды. Масштабы этой проблемы вполне очевидны, если принять во внимание, что только на предприятиях ОАО «Апатит» к настоящему времени складировано в «хвостах» около 1 млрд т отходов обогащения [139]. При этом происходит загрязнение токсикантами воздушной среды, почв и гидросферы как хвостохранилищами, так и действующими предприятиями. К площадям с техногенным ландшафтом (за исключением населенных пунктов, не обремененных примыкающими крупными промзонами), относятся:

- промзона Кольской металлургической компании ОАО «Североникель» (г. Мончегорск);
- промзона ОАО «Апатит» и Апатитская ТЭЦ (г. Апатиты и г. Кировск);
- промзона ОАО «Ковдорский ГОК» и ОАО «Ковдорслюда» (г. Ковдор);
- промзона ОАО «Севредмет» (г. Ревда);
- промзона Костомукшский ГМК ОАО «Карельский окатыш» (г. Костомукша).

ЭГО местности характеризуют не только природно-техногенные системы, выделенные как антропогенно-природные и техногенные ландшафты, но и конкретные источники техногенного загрязнения: населенные пункты с включенными профильными производствами, отдельные крупные промышленные объекты, места складирования промышленных отходов, энергетические и транспортные объекты. Особенности и масштабы производств в населенных пунктах, на отдельных предприятиях и на объектах вне городов, позволяют даже в мелком масштабе увязать их с загрязнением почв, поверхностных водотоков и акваторий, дать представление о масштабах влияния на ГС.

ЭГО промышленно-селитебных центров оценивается по величине индекса загрязнения атмосферы (ИЗА). ИЗА – комплексный показатель степени загрязнения атмосферы, рассчитываемый в соответствии с методикой (РД 52.04 186-89) как сумма средних концентраций в единицах ПДК с учетом класса опасности соответствующего токсиканта. С загрязнением атмосферы непосредственно связаны не только заболевания людей, но и загрязнение почв и гидросферы.

С промышленно-селитебными центрами связано и загрязнение поверхностных и подземных вод за счет недостаточно очищенных или неочищенных промышленных и коммунальных стоков, инфильтрации и аварийных прорывов из отстойников. Среди промышленно-селитебных центров рас-

сматриваемой территории наиболее проблемными по показателю ИЗА и комплексного загрязнения ГС являются:

– Мончегорск – ИЗА более 10 баллов с учетом класса опасности (бенз(а) пирен, формальдегид, диоксид серы, тяжелые металлы, пыль). На конец 1990-х–начало 2000-х ежегодные общие выбросы в атмосферу ОАО «Североникель» составляли несколько более 150 тыс. т [186]. Из них распределение по основным загрязнителям распределялось следующим образом: на диоксид серы – 97,7 т, на Со – 81,5 т, на Си – 934 т, Ni – 1619 т [537]. Аэрогенное загрязнение почв никелем, медью и кобальтом от комбината, со степенью загрязнения свыше 32 геофонов, происходит на расстоянии в первые десятки километров согласно местной розе ветров [514].

Загрязнение водных объектов. По данным Мурманского МПР на 1999 г., ОАО «Североникель» сбросил 15 млн м<sup>3</sup> сточных вод в р. Ньюдауй. При этом, по ежеднекадным наблюдениям в оз. Ньюдьявр поступило 62 тыс. т сухого остатка: 31 тыс. т сульфатов, 6 тыс. т хлоридов, 33 т никеля, 2,5 т меди. Река Ньюдауй наряду с р. Белая является основным загрязнителем самого большого озера региона – Имандры. По данным Мурманского МПР за 2007 г. среднегодовые значения в р. Ньюдауй по Си составили 67 ПДК, по Ni – 41 ПДК, Мо – 3 ПДК, сульфатам – 5 ПДК. В озере Монче, являющемся источником водоснабжения Мончегорска, среднегодовые концентрации по Си составили более 16 ПДК, по Ni – более 1 ПДК. Загрязнение оз. Имандра в районе Мончегорска, по Си – более 11 ПДК, по Ni – более 2 ПДК [188]. Загрязнение почв (горизонт А<sub>0</sub>) в районе Мончегорска, по оценке ИМГРЭ, является высоким по Ni, Cu, Со (свыше 32 геофонов) [565].

Город Апатиты – г. Кировск (включая промзону ОАО«Апатит») ИЗА в среднем от 5 до 10 баллов. Ежегодные вредные выбросы около 52 тыс. т на конец 1990-х годов. Основные загрязнители атмосферы: пыль (хвостохранилища) и диоксид азота (Апатитская ТЭЦ). Апатитская ТЭЦ работает на интинских углях и мазуте, что определяет ее «первенство» по области в выбросах диоксида азота – до 5 тыс. т/год [188].

Особое место в загрязнении почв промзоны Апатиты–Кировск принадлежит предприятиям ОАО«Апатит», на которых уже более полувека осуществляется добыча и обогащение апатит-нефелиновых руд. Очень высокие концентрации элементов 1-го и 2-го класса опасности Al, Sr, P, F, превосходящие фоновые более чем в 32 раза, охватывают территорию от Тикозера и Тикгубы на юге до губы Белая оз. Имандра на северо-западе и оз. Бол. Вудьявр–25-й км на северо-востоке района. При этом закартировано 100-кратное превышение фоновых содержаний этих элементов в горизонте А<sub>0</sub> на площади свыше 25 км<sup>2</sup> [348]. Загрязнение водной среды ОАО «Апатит» связано как с непосредственным загрязнением р. Белая, так и с фильтрацией вод через дамбы отстойников-хвостохранилищ, а также аэрогенным путем. По данным МУГМС по р. Белая, в 80% проб зафиксированы превышения ПДК по фторидам, органическим соединениям и Си, в 50–60% проб – по нитритному азоту, Zn, Hg, фенолам. Пылевое загрязнение оз. Имандра (в ее юго-восточной части) от хвостохранилища «Пески» на расстоянии нескольких километров достигает 4–8 г/сут на 1 м<sup>2</sup>.



источников и автотранспорта, по данным Мурманского УГМС за 2003 г. составил 29,99 тыс. т, в том числе по наиболее токсичным фтористому водороду – 0,383 тыс. т и бенз/а/пирену – 0,001 тыс. т. В 2005 г. суммарный объем выбросов сократился до 22,8 тыс. т [187].

В отличие от Мурманской области, где основными источниками загрязнения являются горнодобывающие, горно-обогачительные и горно-металлургические предприятия, в северной части Республики Карелия в пределах листа основные виновники негативного воздействия на ГС, кроме Костомукшского ГМК (АО «Карельский окатыш»), – предприятия деревообрабатывающего комплекса, крупные транспортные узлы и неочищенные стоки городов Беломорск, Кемь, пос. Лоухи.

Существенную роль в загрязнении окружающей среды промышленных центров играет транспортная составляющая. В отсутствие крупных промышленно-селитебных образований на рассматриваемой территории транспортная составляющая загрязнения связана не столько с обилием личного и коммунального автотранспорта и интенсивностью его движения (исключением является трасса федерального значения Мурманск–Петрозаводск, интенсивность движения по которой на отдельных участках составляет до 400–600 а/м/ч), сколько с перегрузочными функциями транспортных узлов, обеспечивающих работу промышленных предприятий. При этом, наряду с типичным транспортным загрязнением атмосферы и почво-грунтов большое значение приобретает специфическое пылевое загрязнение, связанное с характером производимого продукта или поступающих сырьевых и технологических компонентов. Это типично для Апатит, Мончегорска, Костомукши, Ковдора и Кандалакши. Оценка сравнительной опасности транспортной составляющей промышленно-селитебных центров дана на основе данных по объему грузоперевозок, грузообороту и наличия загрязняющих грузов [515]. Техногенное загрязнение акватории Белого моря в пределах листа в основном связано с деятельностью портов, сбросом неочищенных или недоочищенных коммунальных и промышленных вод прибрежных населенных пунктов Кандалакши, Беломорска, Умбы, Чупы, загрязнений, связанных с речным стоком (р. Нива), полигоном ВМФ, расположенным в центральной части Кандалакшского залива, и в меньшей мере с судоходством. В Кандалакшский залив Белого моря отводят сточные воды 10 предприятий Мурманской области. Наиболее крупные из них – ОАО «Кандалакшский алюминиевый завод», ЗАО «Беломорская нефтебаза», ГУП «Кандалакшаводоканал», умбский участок ГУП «Апатитыводоканал». Общий объем стоков составляет 14,46 млн м<sup>3</sup> в год, в том числе без очистки сбрасывалось 0,46 млн м<sup>3</sup>, загрязненных – 6,8 млн м<sup>3</sup>. В составе стоков сульфатов, хлоридов, фосфатов, соединений азота – 1,6 млн т, металлов – 2,8 т, органических веществ – 0,15 тыс. т [185]. По данным НРА ARCTIC на 2003 г., концентрации основных загрязняющих веществ в водах Кандалакшского залива составляли (мг/дм<sup>3</sup>) по нефтепродуктам – 0,01, ХОП: альфа-ГХЦГ – 0,4; гамма-ГХЦГ – 0,3. Фиксировались превышения ПДК по Fe, Cu, Ni. Качество воды в заливе оценивалось как «умеренно загрязненные воды», а донные осадки в кутовой части залива – загрязненными нефтепродуктами, фенолами, металлами. По данным ФГУНПП

«Севморгео за 2002 г. только в кутовой части Кандалакшского залива имеется техногенное загрязнение донных осадков, в придонных водах отмечается повышенная концентрация Cd, а в Чупинской губе – ортофосфатов, в поверхностных водах (главным образом только в пределах Кандалакшского порта) отмечается существенное загрязнение нефтепродуктами, а также стронцием, появление которого связано с погрузкой апатитового концентрата на суда. Существенной экологической угрозой акватории Белого моря и побережью является новый нефтеперегрузочный терминал Витино на западном побережье Кандалакшского залива у ж/д станции Белое море. Здесь осуществлялась перевалка нефти на нефтеналивные суда в 2007 г. в объемах 3,9 млн т, в 2008 – до 3,7 млн т. Технические мощности терминала позволяют наращивать мощности до 6 млн т в год. Данные по оценке влияния полигона ВМФ на экологическое состояние залива отсутствуют.

На схеме оценки эколого-геологической обстановки (эколого-геологической опасности) представлены пять типов площадей, дифференциация которых осуществлена согласно принятой методике. К площадям с благоприятной эколого-геологической обстановкой отнесены северные территории в основном в пределах Лапландского заповедника, где техногенное воздействие на природную среду минимально, как ввиду отсутствия промышленных предприятий, так и незначительного влияния аэрогенного трансграничного привноса загрязняющих веществ. Аналогичные по степени благоприятности эколого-геологические обстановки имеются и на северо-восточных территориях листа. Большая часть территории листа – ее центральной части отнесена к состоянию удовлетворительной эколого-геологической обстановки, где антропогенное влияние имеет в основном локальный характер, преимущественно за счет лесоразработок старых зарастающих лесосек. К районам с напряженной эколого-геологической обстановкой отнесены территории экстенсивного лесопользования. К кризисной площади отнесены территории, прилегающие к промзонам ГОКов и ГМК, испытывающим значительное техногенное воздействие главным образом ввиду высоких значений загрязнения почв и водотоков продуктами переработки сырья. К таким территориям относятся площади, прилегающие к промзонам Ловозерского ГОКа, АО «Апатит» и Мончегорского ГМК ОАО «Североникель», ОАО «Ковдорский ГОК» и ОАО «Ковдорслюда», а также Костамукшского ГМК ОАО «Карельский окатыш». К районам с катастрофической ситуацией отнесены собственно промзоны АО «Апатит» – Мончегорский ГМК и ОАО «Ковдоский ГОК» – ОАО «Ковдорслюда», где техногенные изменения существенно отразились на деструкции всех компонентов ГС.

В акватории Белого моря, практически вся ее площадь в пределах листа, может быть отнесена к удовлетворительной эколого-геологической обстановке. Исключением являются участки акватории в пределах портов, губ и фиордов с прибрежными населенными пунктами, где эколого-геологическая обстановка может оцениваться как напряженная.

Основные проблемы, решение которых поможет улучшить эколого-геологическую ситуацию региона, связаны:

1) с переводом предприятий горно-промышленного комплекса на использование современных природосберегающих технологий, предотвращающих аэрогенное загрязнение и сброс неочищенных или некондиционно очищенных промвод;

2) строительство эффективных защитных дамб, исключающих фильтрацию из шламокопителей, закрепление пылящих поверхностей хвостохранилищ;

3) рекультивация площадей, занятых старыми отвалами и шламами обогащения;

4) строительство и реконструкция коммунальных сетей и очистных сооружений коммунальных стоков;

5) независимый контроль за состоянием лесосеки и восстановлением лесных ресурсов.

---

---

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этом разделе подводятся итоги полученных основных результатов работ по составлению комплекта карт листа «Апатиты» и сформулированы основные нерешенные и дискуссионные вопросы.

По дочетвертичным образованиям усовершенствованы стратиграфическая местная и региональная схемы докембрия и схема магматизма, адаптированные к требованиям Геолкарты-1000, с учетом новых материалов, в первую очередь по изотопному возрасту пород. В дальнейшем необходима апробация этих схем, проверка в ряде случаев возрастной корреляции выделенных региональных стратонов и дополнительные работы по изотопному датированию ряда объектов. Для магматизма в ряде случаев необходимо уточнение объема и геологического положения некоторых типовых магматических комплексов с определением их изотопного возраста. Выявлены крупные перерывы в процессах седиментации и эндогенной активности на территории листа продолжительностью 100–300 млн лет. В этой связи необходима проверка положения и возраста границ региональных стратонов, что требует постановки специальных работ.

Важной проблемой для раннего докембрия является интерпретация изотопных возрастов в полиметаморфических глубокометаморфизованных образованиях. Её решение требует постановки специальных исследований.

Одной из нерешенных проблем стратиграфии докембрия является возраст рифейских толщ. На карте они датированы как  $R_{2-3}$ , однако для более точной их привязки к общей стратиграфической шкале необходимо проведение дополнительных исследований, в частности поиски в рифейских породах органических остатков. К числу перспективных направлений исследований относится сопоставление результатов сейсмостратиграфического анализа рифейского, поздневендского комплексов и современных стратиграфических данных. Дополнительного обоснования требует расчленение рифейских отложений на сеймокомплексы в акватории Белого моря.

Магматизм и стратиграфия дочетвертичных образований во времени согласованы между собой, выделены плутонические, гипабиссальные магматические комплексы, а также вулканоплутонические ассоциации пород. Показано, что, по современным данным, вулканоплутонические структуры (депрессии) были сформированы в раннем протерозое. Дополнительных исследований требует петрологический анализ интрузивных и вулканических комплексов с использованием современных изотопно-геохимических данных.

Актуализирована составленная для данной территории карта четвертичных образований масштаба 1:1 000 000, на которой увязаны геологические данные по таким разнородным по сложности, характеру строения и полноте сводного разреза регионам, как Кольский полуостров, Карелия и акватория Белого моря. Из нерешенных вопросов геологии четвертичных образований основным является граница распространения подпорожского (ранневалдайского) оледенения. Расчленение неоплейстоценовых образований в дальнейшем должно быть подкреплено результатами геохронологического датирования. Одной из основных стратиграфических задач является расчленение голоценовых отложений до уровня детальности стратиграфических шкал, применяемых для изучения разрезов в более южных районах.

Получены новые данные по тектоническому строению региона. Дана новая интерпретация соотношений крупных структурных элементов земной коры территории листа. В частности, по-новому рассматривается положение дислоцированных пород Беломорской зоны. Выявлена унаследованность важнейших тектонических структур от архея до верхнего протерозоя (а в ряде случаев до палеозоя), намечены зоны главнейших разломов и проведена первая попытка их разделения по возрасту. В то же время практически не решены многие вопросы морфологии зон разломов и их возраста, в частности нерешенной остается проблема наличия на территории надвигов. Приведено районирование земной коры и дана характеристика их типов, основанная на данных прифилей ГСЗ и МОВ–ОГТ.

За счет сопоставления сейсмоакустических данных по акватории Белого моря и геологических материалов удалось составить целостную картину строения Беломорской системы прогибов и структурных особенностей ее элементов. Специфика морских геофизических методов существенно дополнила представление о характере Беломорского сегмента склона Балтийского щита, особенностях залегания рифейского комплекса, проявленности дислокаций плитного чехла.

Основной задачей будущих исследований является выделение наиболее активных в настоящее время зон разломов и узлов пересечения дизъюнктивных структур различных направлений, что необходимо при промышленном освоении территории.

На территории листа проявлен многоэтапный и своеобразный тип минерагенической эволюции региона от раннего докембрия до фанерозоя. Крупнейшие или даже уникальные месторождения апатита, глиноземистого сырья, цветных и черных металлов, слюд, редких и редкоземельных элементов образуют особый минерагенический комплекс. При минерагеническом районировании учтены все главные факторы рудоносности. Основными из них для металлогенической провинции Балтийского щита являются наличие металлогенически специализированных комплексов (осадочных, вулканогенных, интрузивных), служащих источником рудного вещества; наличие проницаемых структурных зон, служащих подводными каналами для расплавов и/или флюидов; наличие рудоносных метасоматитов; полихронность рудообразования. Выделены металлогенические зоны, рудные районы и узлы. Количество рудных объектов отражает интенсивность

процессов рудообразования. Конфигурация минерагенических зон, возраст региональных рудоносных импульсов, а также многочисленные геологические данные указывают на высокую флюидонасыщенность как на один из важнейших факторов рудоносности этого региона. Остается не ясным вопрос об источнике рудного вещества при метасоматических процессах. Его решение, в частности, зависит от данных о местных геохимических фонах в комплексах и разрезах пород, вмещающих метасоматические колонки. Эти данные в настоящее время отсутствуют.

На основе проведенных оценочных работ даются следующие рекомендации по постановке среднemasштабных геологосъемочных и прогнозно-поисковых работ. В пределах сергозерского потенциального рудного района: рекомендуется среднemasштабное ГДП-200 первой очереди с сопутствующими поисками на листах Q-36-XI, Q-36-XII. Для Куола-Панаярвинского рудного района рекомендуется ГДП-200 второй очереди (листы Q-35-XII, Q-35-XVIII, Q-36-XIII). В Климовском потенциальном рудном узле (лист Q-36-XVI) рекомендуются при проведении поисковых работ (третья очередь) на первой их стадии предусмотреть проведение тематических работ с целью разработки локальных критериев прогнозируемого промышленного оруденения этого нетрадиционного для региона типа. Для Ириногорского потенциального рудного узла рекомендуются поисковые работы первой очереди в его северной части (лист Q-36-XIV).

Неоднородность экономической освоенности и геологической изученности также вносит существенные коррективы в планирование современных исследований. Многие проявления и месторождения ценного нерудного сырья (кианит, абразивы, флюс, оптический кварц) в настоящее время не могут быть освоены. В связи с этим тем большее значение приобретает комплексное выделение факторов рудоносности региона и их картирование на основе современных методик, целенаправленный поиск новых рудных тел в горнорудных районах.

---

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Опубликованная*

1. *Абрукина Р. Е., Красильникова Г. Н.* Фораминиферы морских межледниковых отложений Кольско-Карельского региона, их стратиграфическое значение и история развития // Четвертичная геология и геоморфология восточной части Балтийского щита. – Л., 1972, с. 39–58.
2. *Авакян К. Х.* Геология и петрология Центрально-Кольской гранулитогнейсовой области архея. – М.: Наука, 1992. 168 с.
3. *Авенариус Г. И., Ильин В. А.* Некоторые аспекты новейшей геодинамики Кольского полуострова и смежных акваторий // Геология четвертичных отложений и новейшая тектоника ледниковых областей Восточной Европы. – Апатиты: КНЦ РАН, 1992, с. 31.
4. *Азимов П. Я., Астафьев Б. Ю., Воинова О. А.* Ростовые деформации в амфиболах из метабазитов и метасоматитов Костамукшской зеленокаменной структуры (Западная Карелия) // ЗВМО, 2008, ч. 137, вып. 4, с. 103–121.
5. *Аксенов Е. М., Кузьменко Ю. Т., Бурзин М. Б.* Верхневендский осадочный бассейн Русской платформы: стратиграфия, история развития и районирование // Палеогеография венда–раннего палеозоя; Тез. докл. – Екатеринбург, 1996, с. 83–85.
6. *Алексеев Н. Л.* Реакционные структуры интрузивных и метаморфических пород как индикаторы направленности процессов метаморфизма (на примере Кандалакшско-Колвицкой зоны, Балтийский щит) / Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минер. наук. – СПб., 1997. 26 с.
7. *Алексеев Н. – Л., Балаганский В. В., Зингер Т. Ф. и др.* Позднеархейская история зоны сочленения Беломорского подвижного пояса и Карельского кратона, Балтийский щит: новые изотопные данные // ДАН РАН, 2004, т. 397, № 3, с. 369–373.
8. *Аглонов С. В., Лебедев Б. А., Тимошенкова Н. В.* Новые данные о строении и перспективах нефтегазоносности Мезенского бассейна // ДАН, 2004, т. 396, № 1, с. 71–76.
9. *Аранович Л. Я., Бортников Л. С., Бушмин С. А. и др.* Флюидные потоки в региональных зонах деформаций. // Петрология, 2009, т. 17, № 4, с. 415–436.
10. *Арзамасцев А. А., Арзамасцева Л. В.* Комагматичные эффузивные и плутонические щелочно-базальтовые серии в составе Кольской провинции // ДАН РФ, 1993, т. 331, № 6.
11. *Арзамасцев А. А., Беляцкий Б. В., Арзамасцева Л. В.* Палеозойская тектоно-магматическая активизация Балтийского щита: длительность и эволюция магматизма // Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты; Тез. докл. 1-й Российской конференции по изотопной геохронологии. – М.: ГЕОС, 2000, с. 34–36.
12. *Арзамасцев А. А., Иванова Т. Н., Коробейников А. Н.* Петрология ийолит-уртитов Хибин и закономерности размещения в них залежей апатита. – Л.: Наука, 1987. 110 с.
13. *Арзамасцев А. А., Арзамасцева Л. В., Глазнев В. Н. и др.* Глубинное строение и состав нижних горизонтов Хибинского и Ловозерского комплексов, Кольский полуостров: петрологическая модель // Петрология, 1998, т. 6, № 5, с. 478–496.
14. *Арзамасцев А. А., Баянова Т. Б. и др.* Инициальный магматизм палеозойской тектоно-магматической активизации северо-восточной части Балтийского щита: возраст и

геохимические особенности массива Курга, Кольский полуостров // Геохимия, № 11, 1999, с. 1139–1150.

15. *Арзамасцев А. А., Арзамасцева Л. В., Травин А. В. и др.* Длительность формирования Хибинского и Ловозерского аптаитовых комплексов: U-Pb, Rb-Sr, Ar-Ar данные // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. III Российская конференция по изотопной геохронологии. Материалы конференции. Т. 1. – Москва, Геос, 2006, с. 52–55.

16. *Арзамасцев А. А., Монтеро П., Травин А. В. и др.* Сфеко норвежский (гренвилльский) этап эндогенной активности в северо-восточной части Балтийского щита: Rb-Sr и  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  данные // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. III Российская конференция по изотопной геохронологии. / Материалы конференции. Т. 1. – М.: ГЕОС, 2006, с. 56–60.

17. Арктический шельф Евразии в позднечетвертичное время / Отв. ред. А. А. Аксенов. – М.: Наука, 1987. 280 с.

18. *Арманд А. Д., Арманд Н. Н., Никонов А. А.* Особенности истории последнего оледенения на северо-востоке Фенноскандии // Изв. АН СССР, сер. геогр., 1963, № 2, с. 55–60.

19. *Арманд А. Д., Гунова В. С., Лебедева Р. М.* Стадия Сальпаусселькя и позднеледниковые морские проливы на юго-западе Мурманской области // Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1969, с. 86–95.

20. *Арсланов Х. А., Евзеров В. Я., Третьяцкий Н. И., Герасимова С. А., Локишин Н. В.* К вопросу о возрасте отложений бореальной трансгрессии (понойских слоёв) на Кольском полуострове // Плейстоценовые оледенения Восточно-Европейской равнины / Под ред. А. А. Величко, М. А. Фаустова. – М.: Наука, 1981, с. 28–37.

21. Архангельская алмазонасная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) / Под ред. О. А. Богатинова. – М.: МГУ, 2000. 584 с.

22. Архейские зеленокаменные пояса Карельского кратона как аккреционные орогены / Кожевников В. Н. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 223 с.

23. *Астафьев Б. Ю.* Метасоматиты метаморфических комплексов Карельского геоблока. Дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минер. наук. – СПб., 1996. 317 с.

24. *Астафьев Б. Ю., Воинова О. А.* Региональные рудоносные метасоматиты юго-восточной части Балтийского щита (региональная корреляция зон флюидного массопереноса, карта метасоматитов Карелии масштаба 1 : 1 000 000) // Корреляция геологических комплексов Фенноскандии (тез. докладов). – Петрозаводск, 1999, с. 9–10.

25. *Астафьев Б. Ю., Воинова О. А.* Региональные флюидонасыщенные зоны в раннем докембрии восточной части Балтийского щита. – Всероссийская научная конференция, посвященная 90-летию юбилею члена-корреспондента РАН Г. И. Горбунова. – Апатиты: КНЦ РАН, 2008, с. 19–21.

26. *Астафьев Б. Ю., Воинов А. С., Воинова О. А.* Роль флюидопроницаемых зон в формировании полезных ископаемых Карело-Кольского региона // Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века (тез. докл.). Кн. 1. – СПб., 2000, с. 24–25.

27. *Астафьев Б. Ю., Воинова О. А., Воинов А. С. и др.* Геологическое строение, петрологические особенности и возраст пород имандровской серии верхнего архея (Кольский полуостров) // Геология и геодинамика архея. Материалы I Всероссийской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. – СПб.: Центр информационной культуры, 2005, с. 28–33.

28. *Астафьев Б. Ю.* Флюидопроницаемые тектонические зоны как геологические, металлогенетические и геохронологические индикаторы условий формирования земной коры в раннем докембрии восточной части Балтийского щита. – Материалы 14-й конференции «Связь поверхностных структур земной коры с глубинными». – Петрозаводск, 2008, с. 31–33.

29. Астафьев Б. Ю., Левченко О. А., Ризванова Н. Г., Воинова О. А., Воинов А. С., Левский Л. К., Макеев А. Ф., Лохов К. И. Геологическое строение и изотопно-геохронологическое исследование пород Стрельнинского сегмента Терского зеленокаменного пояса (Кольский полуостров) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2010, т. 18, № 1, с. 1–16.
30. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. – М., ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005. 269 с.
31. Атлас СССР. – М., 1986.
32. Афанасьев Б. В. Обобщение и анализ материалов геологоразведочных и научно-исследовательских работ на щелочно-ультраосновных массивах Кольского полуострова. – Апатиты: МГРЭ, 1995.
33. Ахмедов А. М., Шевченко С. С., Белова М. Ю., Юдин С. Н. Золотоносность колчеданных руд и метасоматитов Парандовской площади (Центральная Карелия) // Региональная геология и металлогения. № 34, 2008, с. 103–116.
34. Балаганский В. В., Богданова М. Н., Козлова Н. Е. Структурно-метаморфическая эволюция Северо-Западного Беломорья. – Апатиты, 1986. 100 с.
35. Балаганский В. В., Тиммерман М. Я., Кислицын Р. В. и др. Изотопный возраст пород Колвицкого пояса и Умбинского блока (юго-восточная ветвь Лапландского гранулитового пояса), Кольский полуостров // Вестник Мурманского гос. техн. ун-та, 1998, т. 1, № 3, с. 19–32.
36. Барков А. Ю. Петролого-геохимические особенности платиноносных расслоенных интрузий Луккулайсваара и Кивакка (Северная Карелия) // Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минер. наук. – М., 1992, 24 с.
37. Батиева И. Д. Петрология щелочных гранитов Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1976. 224 с.
38. Батиева И. Д., Бельков И. В. Гранитоидные формации Кольского полуострова // Очерки по петрологии, минералогии и геохимии гранитоидов Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1968, с. 5–143.
39. Батиева И. Д., Бельков И. В., Кравченко М. П. и др. Возраст щелочного массива Соустова на Кольском полуострове // ДАН, 1983, т. 270, № 4, с. 931–933.
40. Баянова Т. Б., Митрофанов Ф. П., Егоров Д. Г. U-Pb датирование дайкового комплекса Кировогорского железорудного месторождения (Оленегорск, Кольский полуостров) // Докл. РАН, 1998, т. 360, № 5, с. 673–676.
41. Баянова Т. Б., Митрофанов Ф. П., Пожиленко В. И. Геохронология реперных геологических образований и процессов раннего докембрия Кольского региона // Общие вопросы расчленения докембрия; Материалы 3-го Всероссийского совещания, 13–17 июня 2000 г. – Апатиты, 2000. 315 с.
42. Баянова Т. Б., Федотов Ж. А. Мончегорский рудный район: новые U-Pb изотопные данные для бадделейта и циркона // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма; Материалы конференции. Т. 1. – М.: GEOS, 2006, с. 92–97.
43. Баянова Т. Б., Нерович Л. И., Серова П. А. и др. Мончетундровский массив Кольского региона – новые геолого-геохронологические данные // Изотопные системы и время геологических процессов. Материалы IV Российской конференции по изотопной геохронологии 2–4 июня 2009 г. Т. 1. – СПб., 2009, с. 61–64.
44. Бекасова Н. Б., Пушкин Г. Ю. Стратиграфия центральной части Имандра-Варзугской структуры // Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова. Вып. 3. – Апатиты: КФ АН СССР, 1972, с. 28–34.
45. Беломорский комплекс Северной Карелии и юго-запада Кольского полуострова / К. А. Шуркин, Н. В. Горлов и др. // Тр. ЛАГЕД АН СССР, вып. 14, 1962. 305 с.
46. Беломорский подвижный пояс и его аналоги: геология, геохронология, геодинамика, минералогия // Материалы научной конференции и путеводитель экскурсии. – Петрозаводск, 2005. 333 с.

47. Белолитецкий А. П., Гаскельберг В. Г., Гаскельберг Л. А. и др. Геология и геохимия метаморфических комплексов раннего докембрия Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1980. 240 с.

48. Белоусов Е. Ф., Демидов Н. Ф., Крохин А. И., Мельянецов Н. В. Стратиграфия и тектоника докембрия района озер Челмозеро–Нюкозеро в Западной Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии. –Петрозаводск, 1975, с. 117–122.

49. Беляев О. А. Древнейший фундамент Терской структурной зоны // Геологическое строение и развитие структурных зон докембрия Кольского полуострова. – Апатиты, 1980, с. 3–14.

50. Беляев О. А., Петров В. П. Метасоматиты метаморфических комплексов докембрия Кольского полуострова // Метасоматиты докембрия и их рудоносность / Отв. ред. В. А. Жариков. – М.: Наука, 1989, с. 148–156.

51. Беляев О. А., Пожиленко В. И. Структурно-метаморфическая эволюция Беломорского подвижного пояса (Енский сегмент) // Беломорский мобильный пояс: геология, геодинамика, геохронология. Тез. докл. – Петрозаводск, 1997, с. 17.

52. Беляев О. А., Баянова Т. Б., Петров В. П. Раннелопийский возраст кислых метавулканитов района Малых Кейв // Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты. Тез. докл. 1-й Российской конференции по изотопной геохронологии. – М.: ГЕОС, 2000, с. 60–62.

53. Беляцкий Б. В., Тихомирова М., Савва Е. В. Возраст и генезис протерозойского щелочно-ультраосновного Тикшеозерского массива (Северная Карелия): результаты Pb-Sr-Nd изотопных исследований // Тез. докладов I Российской конференции по изотопной геохронологии. – М., 2000, с. 63–65.

54. Беляцкий Б. В., Богачев В. А., Голубев А. И. и др. Новые данные по U-Pb и Sm-Nd изотопному датированию архейских и раннепротерозойских магматических комплексов Карелии // Материалы III Всероссийского совещания «Общие вопросы расчленения докембрия». – Апатиты, 2000, с. 42-45.

55. Берзин Р. Г., Заможняя Н. Г., Кулаков С. И. и др. Сейсмогеологическая модель земной коры по северному участку профиля I-ЕВ // Сейсмологическая модель литосферы Северной Европы. Ч. 1 / Ред. Ф. П. Митрофанов, Н. В. Шаров. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998, с. 93–109.

56. Бибикина Е. В. Уран-свинцовая геохронология ранних этапов развития древних щитов. – М.: Наука, 1989. 179 с.

57. Бибикина Е. В., Богданова С. В., Слабунов А. И. и др. Изотопный возраст и первичная природа раннего магматизма в пределах Беломорского подвижного пояса // Беломорский мобильный пояс: геология, геодинамика, геохронология. Тез. докл. – Петрозаводск, 1997, с. 18–19.

58. Бибикина Е. В., Слабунов А. И., Богданова С. В., Шельд Т. Тектоно-термальная эволюция земной коры Карельской и Беломорской провинций Балтийского щита в раннем докембрии по данным уран-свинцового изотопного исследования сфенов // Геохимия, 1999, № 8, с. 842–857.

59. Бибикина Е. В., Слабунов А. И., Богданова С. В., Шельд Т., Степанов В. С., Борисова Е. Ю. Ранний магматизм Беломорского подвижного пояса, Балтийский щит: латеральная зональность и изотопный возраст // Петрология, 1999, т. 7, № 2, с. 115–140.

60. Бибикина Е. В., Слабунов А. И., Курнозова Т. И., Макаров В. А., Кавелич В. И. U-Pb возраст цирконов из пород Керетской гранит-зеленокаменной системы в зоне сочленения Карельской и Беломорской структур Балтийского щита // ДАН, 1995, т. 343, № 4, с. 517–521.

61. Бибикина Е. В., Тугаринов А. И. Геохронология Беломорского блока // Очерки современной геохимии и аналитической химии. – М., 1972, с. 419–428.

62. Бибикина Е. В., Шельд Т., Богданова С. В. и др. Геохронология беломорид: интерпретация многостадийной геологической истории // Геохимия, 1993, № 10, с. 17–35.

63. Библикова Е. В., Самсонов А. В., Щипанский А. А. и др. Хизоваарская структура Северо-Карельского зеленокаменного пояса как аккрегированная островная дуга позднего архея: изотопно-геохронологические и петрологические данные // Петрология, 2003, т. 11, № 3, с. 289–320.

64. Бискэ Г. С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. – Петрозаводск, 1959. 307 с.

65. Блинова Т. Б., Федотов Ж. А. Мончегорский рудоносный район: новые U-Pb изотопные данные для бадделейта и циркона // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. III Российская конференция по изотопной геохронологии. Материалы конференции. Т. 1. – М.: ГЕОС, 2006, с. 92–97.

66. Богатырев В. В. Литолого-фациальная и геохимическая характеристика вендских и кембрийских отложений центральной части Мезенской впадины в связи с перспективами их нефтегазосности. Автореф. канд. дис. – Л., 1977.

67. Богачев А. И., Зак С. И., Сафронова Г. П., Инина К. А. Геология и петрология Ельтьозерского массива габброидных пород Карелии. – М.–Л., 1963. 159 с.

68. Богачев В. А., Иванников В. В., Сергеев С. А. U-Pb SHRIMP – датирование рудоносных гранитов Лобашского молибденового месторождения (Северо-Восточная Карелия) // Минералогия докембрия. – Петрозаводск, 2009, с. 22-25.

69. Богданов Ю. Б., Воинов А. С. К вопросу усовершенствования стратиграфической схемы архея Карелии // Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 339, 1985, с. 16–25.

70. Богданов Ю. Б., Воинов А. С., Юдин Б. А. Конгломераты озера Вочеламбина (Кольский полуостров) // Вестник ЛГУ, 1976, № 24, с. 46–51.

71. Богданов Ю. Б., Петров Б. В., Мильштейн Е. Д., Эринчек Ю. М. Соотношения между поверхностными и глубинными структурами земной коры в Карело-Кольском регионе // Связь поверхностных структур земной коры с глубинными. Ч. 1. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2008, с. 63–66.

72. Богданова М. Н., Ефимов М. М. Конгломераты Колвицкой структурно-формационной зоны // Геология и геохронология метаморфических комплексов Кольского полуострова. – Апатиты, 1975, с. 65–69.

73. Богданова М. Н., Ефимов М. М., Каулина Т. В. Геохронология заключительных этапов раннепротерозойского магматизма в коллизионном шве Беломорско-Лапландского пояса Балтийского щита (Колвицкая зона) // ДАН, 1996, т. 350, № 5, с. 665–668.

74. Болотов В. И., Иванов А. А. Метаосадочные породы железисто-кремнистых формаций Приимандровского и Аллареченского районов // Геохимия и условия формирования осадочных толщ докембрия Кольского полуострова. – Апатиты, 1980, с. 10–20.

75. Бондарь Л. Ф. Кварцевые порфиры западного побережья озера Косого // Проблемы стратиграфии нижнего протерозоя Карелии. – Петрозаводск, 1989, с. 7–18.

76. Борисов А. Е. К проблеме строения и стратиграфии карельских образований Усть-Понойского района на Кольском полуострове // Геология и история формирования докембрийских структур Кольского полуострова. – Апатиты: КФ АН СССР, 1984, с. 8–15.

77. Бриджвотер Д., Скотт Д., Балаганский В. В. и др. Природа раннедокембрийских метаосадков в Лапландско-Кольском поясе по результатам  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  датирования единичных зерен циркона и Sm-Nd изотопным данным по породам в целом // Докл. РАН, 1999, т. 366, № 5, с. 664–668.

78. Буйко А. К., Левченко О. А., Турченко С. И., Друбецкой Е. Р. Геология и изотопное датирование реаннепротерозойского сумийско-сариилийского комплекса Северной Карелии (Паанаярви-Ципрингская структура) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1995, т. 3, № 4, с. 16–30.

79. Булин Н. К., Исанина Э. В., Литвиненко В. И. Сейсмологические исследования МОВЗ на Балтийском щите и его южных склонах. Исследования континентальной земной коры комплексом сейсмических методов // Зап. ЛГИ, 1992, т. 135, с. 53–64.

80. Булин Н. К., Егоркин А. В. Многоволновое глубинное сейсмическое зондирование при мелкомасштабных прогнозных исследованиях // Отечественная геология, 1994, № 4, с. 43–50.

81. Булин Н. К., Егоркин А. В. Возможная нефтегазоносность северо-западных и центральных районов Русской платформы (по данным сейсмических исследований) // Геология нефти и газа, 2000, № 1, с. 37–43.

82. Бурцева З. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XVII. – М., 1963.

83. Бурцева З. А., Малич В. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XVII. Объяснительная записка. – М., 1964. 87 с.

84. Бурцева З. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-XVIII. – М., 1963.

85. Бурцева З. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XVIII. Объяснительная записка. – М., 1964, 42 с.

86. Бушмин С. А. Метасоматиты месторождения Хизовара (Северная Карелия) // Изв. АН СССР, сер. геол., 1978, с. 127–138.

87. Бушмин С. А. Минеральные фации метасоматитов, связанных с региональным метаморфизмом // Зап. ВМО, 1987, вып. 5, с. 585–601.

88. Бушмин С. А., Астафьев Б. Ю., Кулешевич Л. В. Метасоматиты зеленокаменных поясов Карельской гранит-зеленокаменной области // Метасоматические процессы в докембрийских толщах. – Л.: Наука, 1991, с. 145–178.

89. Бушмин С. А., Глебовицкий В. А., Савва Е. В., Лохов К. И., Пресняков С. Л., Лебедева Ю. М., Сергеев С. А. Возраст высокобарического метасоматоза в зонах сдвиговых деформаций при коллизионном метаморфизме в Лапландском гранулитовом поясе: U-Pb SHRIMP-II датирование цирконов из силлиманит-гиперстеновых пород Порьегубского покрова // ДАН, 2009, т. 428, № 6, с. 1–5.

90. Бушмин С. А., Савва Е. В., Лохов К. И. и др. Изотопный возраст силлиманит-гиперстеновых пород из Порьегубского покрова юго-восточного фрагмента лапландского гранулитового пояса: U-Pb SHRIMP-II датирование циркона // Изотопные системы и время геологических процессов. Материалы IV Российской конференции по изотопной геохронологии 2–4 июня 2009 г. Т. 1. – СПб., 2009, с. 92–96.

91. Бушмин С. А., Савва Е. В., Воинова О. А., Щеглова Т. П. Возраст зональных цирконов из кианитовых метасоматических пород тектонического покрова Большие Кейвы (северо-восток Балтийского щита) // Изотопные системы и время геологических процессов. Материалы IV Российской конференции по изотопной геохронологии. Т. 1. – СПб., 2009, с. 96–99.

92. Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода № 64 / Отв. ред. Ю. А. Лаврушин. – М.: ГЕОС, 2001, с. 35–60.

93. Вакорин В. Л., Купцова И. А., Маслова М. С. Плейстоценовые отложения северо-востока Кольского полуострова // Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода севера европейской части СССР. – Петрозаводск, 1977, с. 22–25.

94. Виноградов А. П. Введение в геохимию океана. – М.: Наука, 1967. 212 с.

95. Веричев Е. М., Гаранин В. К., Гриб В. П. и др. Геологическое строение и петрологические особенности кимберлитов Архангельской провинции // Геология и разведка. 1991, № 4, с. 88–94.

96. Ветрин В. Р. Гранитоидные формации северо-восточной части Кольского полуострова // Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова. 1972, вып. 3, с. 136–142.

97. Ветрин В. Р. Гранитоиды Мурманского блока. – Апатиты: КФ АН СССР, 1984, 124 с.

98. Ветрин В. Р. Граниты и пегматиты Стрельнинского слюдоносного района // Очерки по петрологии, минералогии и геохимии гранитоидов Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1968, с. 144–178.

99. *Ветрин В. Р.* Древнейшие гранитоидные комплексы Мурманского кристаллического массива // Древнейшие гранитоиды Балтийского щита. – Апатиты: КФ АН СССР, 1979, с. 50–90.
100. *Ветрин В. Р.* Древнейшие рапакивиобразные граниты Кольского полуострова // ДАН СССР, 1987, т. 292, № 5, с. 1223–1228.
101. *Ветрин В. Р., Шлайфштейн Б. А.* Петрология гранитов Иоканьгского массива (Кольский полуостров) // Известия АН СССР, сер. геол., 1986, № 5, с. 39–49.
102. *Ветрин В. Р., Каменский И. Л., Баянова Т. Б.* и др. Меланократовые включения и петрогенезис щелочных гранитов Понойского массива (Кольский полуостров) // Геохимия, 1999, № 11, с. 1178–1190.
103. *Виноградов Л. А., Богданова М. Н., Ефимов М. М.* Гранулитовый пояс Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1980. 208 с.
104. *Виноградов А. Н., Виноградова Г. В.* Геология и петрология умбинского комплекса интрузивных чарнокитов и гранитов // Интрузивные чарнокиты и порфириформные граниты Кольского полуострова. – Апатиты: КФ АН СССР, 1975, с. 3–148.
105. *Виноградов А. Н., Виноградова Г. В., Клюнин С. Ф., Яковенчук В. Н.* Койгерский монцодиорит-лейкогранитовый комплекс и его положение в эволюционном ряду раннепротерозойских магматических формаций Северной Карелии // Магматические комплексы докембрия северо-восточной части Балтийского щита. – Апатиты: КФ АН СССР, 1983, с. 33–43.
106. *Виноградов А. П.* Введение в геохимию океана. – М.: Наука, 1967. 212 с.
107. Водные ресурсы Республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. Опыт Карельско-Финляндского сотрудничества /Отв. ред. Н. Филатов. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2006. 263 с.
108. *Воинов А. С.* Геология и метаморфизм Северо-Карельской зоны протерозоя. Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минер. наук. – Л., 1964. 22 с.
109. *Воинов А. С.* К вопросу о генезисе альбититов Северной Карелии // Вестн. ЛГУ, сер. геол. и геогр., 1963, вып. 2, с. 18–31.
110. *Воинов А. С., Богданов Ю. Б.* Метаморфическая зональность Пелозерского района // Вопросы магматизма и метаморфизма. Т. 3. – Л.: ЛГУ, 1968, с. 90–103.
111. *Воинов А. С., Полеховский Ю. С.* Кварц-полевошпатовые метасоматиты восточной части Балтийского щита (геологические особенности и геохимическая специализация) // Закономерности концентрации рудных элементов в гранитоидных формациях Карело-Кольского региона. – Апатиты, 1985, с. 54–61.
112. *Воинова О. А., Астафьев Б. Ю., Воинов А. С.* Роль метасоматоза при формировании полезных ископаемых в докембрии Балтийского щита // Руды и металлы, 2006, № 6, с. 16–25.
113. *Воллосович К. А.* Заметки о постплиоцене в нижнем течении Северной Двины // Материалы для геол. России. Т. 20. – СПб., 1900, с. 249–262.
114. *Володичев О. И.* Беломорский комплекс Карелии (геология и петрология). – Л., 1990. 248 с.
115. *Володичев О. И.* Метаморфизм фации дистеновых гнейсов (на примере беломорского комплекса). – Л., 1975. 170 с.
116. *Володичев О. И.* Особенности преобразования глиноземистых пород беломорской серии в период ультраметаморфизма (район центральной части Западного Беломорья) // Геология слюдяных месторождений Карелии и Кольского полуострова, методика их разведки и промышленное использование слюды. – Петрозаводск, 1969, с. 49–57.
117. *Володичев О. И., Коншин В. А., Король Н. Е.* Новые данные о породах гранулитовой фации Беломорского и Вокнаволоцкого блоков // Оперативно-информ. материалы ИГ КарФАН СССР за 1983 г. – Петрозаводск, 1984, с. 30–33.
118. *Волотовская Н. А.* Объяснительная записка к Государственной геологической карте СССР м-ба 1:200 000. Лист Q-36-XXI, XXII. – Л.: СЗГУ, 1964.

119. *Волотовская Н. А., Шмыгалев В. И.* Таваярвинский комплекс // Геология СССР. Т. 37: Карельская АССР. – М., 1960, с. 431–434.
120. *Вольвовский И. С., Вольвовский Б. С.* Разрезы земной коры территории СССР по данным глубинного сейсмического зондирования // Советское радио. М., 1975. 258 с.
121. *Врачинская М. М.* и др. Объяснительная записка к Госгеолкарте-200 по листу Q-36-X (серия Кольская). – М., 1964, 60 с.
122. Вулканизм архейских зеленокаменных поясов Карелии / С. И. Рыбаков, А. И. Светова, В. И. Робонен и др. – Л.: Наука, 1981. 154 с.
123. *Вяюрюнен Х.* Кристаллический фундамент Финляндии. – М.: Изд-во иностр. лит., 1959. 295 с.
124. *Гаврилов В. П., Руднев А. Н., Дворецкий П. И., Пономарев В. А.* Перспективы нефтегазоносности Мезенской синеклизы // Геология нефти и газа, 1998, № 5, с. 12–20.
125. *Галдин Н. Е., Егоркин А. В., Зюганов С. К. и др.* Глубинное строение земной коры Кольского полуострова вдоль регионального профиля МОВЗ–ГСЗ Печенга–Умбозеро–Пулоньга–Ручьи // Геотектоника. 1988, № 4, с. 30–44.
126. *Галимзянова Р. М., Митрофанов Ф. П., Баянова Т. Б. и др.* Происхождение и U-Pb возраст гранофировых пород Имандровского дифференцированного интрузива (Кольский регион) // ДАН, 1998, т. 363, № 6, с. 805–807.
127. *Гей Н. А., Джинороидзе Р. Н., Калугина Л. В. и др.* Стратиграфия позднеплейстоценовых и голоценовых отложений Онежского залива // Вестн. ЛГУ, сер. геол., 1988, вып. 4, с. 35–49.
128. Геодинамика и возможная нефтегазоносность Мезенского осадочного бассейна / Отв. ред. С. В. Аплонов, Д. Л. Федоров. – СПб.: Наука, 2006. 319 с.
129. Геологическая съемка в областях развития метаморфических образований // Методические указания по геологической съемке масштаба 1:50 000. Вып. 4. – Л., 1972. 376 с.
130. Геологическая съемка метаморфических и метасоматических комплексов / Отв. ред. В. А. Глебовицкий, В. И. Шульдинер. – СПб., 1996. 416 с.
131. Геология и геоморфология Балтийского моря. Сводная объяснительная записка к геологическим картам масштаба 1:500 000. – Л.: Недра, 1991. 247 с.
132. Геология и магматизм области сочленения беломорид и карелид. – Л.: Наука, 1974, 183 с.
133. Геология и металлогения района Костомукшского железорудного месторождения / В. Я. Горьковец, М. Б. Раевская, Е. Ф. Белоусов, К. А. Инина. – Петрозаводск: Карелия, 1981, 143 с.
134. Геология и полезные ископаемые России. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России / Под ред. Б. В. Петрова и В. П. Кирикова. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 528 с.
135. Геология Карелии. – Л., 1987. 231 с.
136. Геология СССР. Т. 37: Карельская АССР. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. 740 с.
137. Геология шунгитоносных вулканогенно-осадочных образований протерозоя Карелии / Под ред. В. А. Соколова. – Петрозаводск, 1982. 204 с.
138. *Герасимовский В. И., Волков В. П., Козарко Л. Н.* Геохимия Ловозерского щелочного массива. – М.: Наука, 1966. 381 с.
139. *Гершенков А. Ш., Ракаев А. И., Скороходов В. Ф. и др.* Повышение эффективности переработки руд Кольского полуострова. – Апатиты: Горный институт КНЦ РАН, 2006.
140. Гидрогеология СССР. Т. 27: Мурманская область и Карельская АССР / Ред. И. К. Зайцев. – М.: Недра, 1971. 295 с.
141. Гидрогеология СССР. Т. 44: Архангельская и Вологодская области / Ред. А. А. Манкавеев. – М.: Недра, 1969. 300 с.
142. *Гилярова М. А.* К стратиграфии докембрия Косозерского района (Тунгуда) Карело-Финской ССР // Вестн. ЛГУ, сер. биол., геогр. и геол., 1955, № 1, с. 139–150.

143. *Глебова-Кульбах Г. О.* Парандовское рудное поле в Карело-Финской ССР. – М., 1953. 190 с.
144. *Глебовицкий В. А.* Геологические и физико-химические связи метасоматоза с региональным метаморфизмом // *Метасоматиты докембрия и их рудоносность* / Отв.ред. В. А. Жариков. – М., 1989, с. 197–207.
145. *Глебовицкий В. А., Бушмин С. А.* Послемигматитовый метасоматоз. – Л., 1983. 216 с.
146. *Глебовицкий В. А., Миллер Ю. В., Другова Г. М. и др.* Структура и метаморфизм Беломорско-Лапландской коллизийной зоны // *Геотектоника*, 1996, № 1, с. 63–75.
147. Глубинное строение и эволюция земной коры восточной части Фенноскандинавского щита: профиль Кемь–Калевала / Р. Г. Берзин, А. В. Липилин и др. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2001. 193 с.
148. Глубинное строение территории СССР / Ред. В. В. Белоусов, Н. И. Павленкова. – М.: Наука, 1991. 22 с.
149. *Гоголь О. В., Деленицын А. А.* Новые Rb-Sr данные для Кольской щелочной провинции // *Геология и полезные ископаемые Северо-Запада и Центра России. Материалы 10-й конференции, посвященной памяти К. О. Кратца.* – Апатиты: МУП «Полиграф», 1999, с. 43–47.
150. *Голованова Л. С., Володичев О. И.* Проявление процессов метасоматоза на железорудных месторождениях Западной Карелии // *Докембрий Северной Карелии.* – Петрозаводск, 1990, с. 173–184.
151. *Головенко В. К.* Высокоглиноземистые формации докембрия. – Л.: Недра, 1977, 267 с.
152. *Горбик Н. А.* Комплекс дифференцированных перидотит-габброноритовых интрузий Гайкольской синклинали // *Интрузивные базиты и гипербазиты Карелии.* – Петрозаводск, 1984, с. 67–79.
153. *Горяинов П. М.* Геология и генезис железисто-кремнистых формаций Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1976. 147 с.
154. *Горяинов П. М., Балабонин Н. Л.* Структурно-вещественные парагенезисы железных руд докембрия Кольского полуострова / Отв. ред. В. П. Петров. – Л.: Наука, 1988. 144 с.
155. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист Р-(35)-37 – Петрозаводск. Объяснительная записка / Гл. ред. Ю. Б. Богданов, отв. ред. К. Э. Якобсон. – СПб., 2000. 322 с.
156. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист Q-(35)-37 – Кировск. Объяснительная записка / Отв. ред. К. Э. Якобсон. – СПб., 2004. 268 с.
157. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 42. Апатитовые руды / Ред. А. Д. Черкасов. – М., 2009. 54 с.
158. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 1. Железные руды / Ред. А. Д. Черкасов. – М., 2009. 282 с.
159. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 29. Золото. Т. III. Северо-Западный федеральный округ. Мурманская область, Республика Карелия, Республика Коми / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 32 с.
160. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 64. Кварц и кварциты / Ред. Е. В. Григорьев. – М., 2009. 78 с.
161. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 11. Медь / Ред. А. Д. Черкасов. – М., 2009. 258 с.
162. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 16. Молибден / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 86 с.

163. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 55. Мусковит листовый / Ред. Е. В. Григорьев. – М., 2009. 60 с.
164. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 56. Мусковит мелкоразмерный / Ред. Е. В. Григорьев. – М., 2009. 38 с.
165. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 31. Платиноиды / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 170 с.
166. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 51. Полевошпатовое сырье / Ред. Е. В. Григорьев. – М., 2009. 112 с.
167. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 28. Рассеянные элементы / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 340 с.
168. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 26. Редкоземельные металлы / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 44 с.
169. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 7. Титан / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 112 с.
170. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 3. Хромовые руды / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 34 с.
171. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 года. Вып. 25. Цирконий / Ред. В. А. Ларичкин. – М., 2009. 52 с.
172. Гранитоидные формации докембрия северо-восточной части Балтийского щита. – Л.: Наука, 1978, 264 с.
173. *Гродницкий Л. Л., Сибелев О. С.* Позднесвекофеннский этап регионального метаморфизма, метасоматоза, пегматито- и рудообразования на территории Карелии и юго-западной части Кольского полуострова // Зап. ВМО, 1995, № 3, с. 26–32.
174. *Гросвальд М. Г.* Покровные ледники континентальных шельфов. – М.: Наука, 1983. 216 с.
175. *Гуслицер Б. И. Э. И. Лосева.* Верхний кайнозой Печорской низменности // Научные доклады Коми ФАН СССР, вып. 43. – Сыктывкар, 1979. 44 с.
176. *Даркшевич О. Я., Шлайфштейн Б. А.* Процессы полиметаморфизма и гранитизации в восточной части Мурманского блок-антиклинария // Метаморфизм раннего докембрия. Тез. докл. – Апатиты, 1979, с. 166–167.
177. *Даркшевич О. А., Шлайфштейн Б. А., Антонюк Е. С.* Новые данные по позднеархейскому магматизму шовных зон Кольского полуострова // Геология докембрия Кольского полуострова. – Апатиты: КФ АН СССР, 1984, с. 40–57.
178. *Девятова Э. И.* Природная среда позднего плейстоцена и ее влияние на расселение человека в Северо-Двинском бассейне и в Карелии. – Петрозаводск, 1982. 156 с.
179. *Демидов Н. Ф.* Фациальные типы протерозойских комплексов Северной Карелии и их геологическое соотношение // Труды Карельского филиала АН СССР, 1961, вып. 26, с. 81–92.
180. *Дистлер В. В., Гроховская Т. Л., Евстигнеева Т. Л.* и др. Петрология сульфидного магматического рудообразования. – М.: Наука, 1988. 232 с.
181. *Добержинецкая Л. Ф., Марков М. С.* Природа меланократовых включений в архейских гранитоидах Балтийского щита (Кольский полуостров) // ДАН СССР, 1984, т. 274, № 5, с. 1172–1177.
182. *Добрынин Н. Г.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-III. Объяснительная записка. – М., 1962. 95 с.
183. Докембрийская геология СССР. – Л., 1988. 440 с.
184. Докембрийская тектоника северо-восточной части Балтийского щита (объяснительная записка к Тектонической карте масштаба 1 : 500 000 / А. Т. Радченко, В. В. Балаганский и др. – СПб., 1992. 110 с.

185. Доклад о состоянии окружающей среды Мурманской области в 2000 году. МУГМС. – Мурманск, 2001.
186. Доклад о состоянии окружающей среды Мурманской области на 2002 год. МУГМС. – Мурманск, 2003.
187. Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2006 году. МПР и экологии Мурманской области. – Мурманск, 2007.
188. Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 году. МПР и экологии Мурманской области. – Мурманск, 2008.
189. Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.
190. *Дэйли Дж. С., Балаганский В. В., Тиммерман М. Я., Уайтхаус М. Дж.* Первые изотопные данные о раннепротерозойских супракrustальных образованиях Терского района, Кольский полуостров // *Материалы 3-го Всероссийского совещания «Общие вопросы расчленения докембрия».* – Апатиты, 2000, с. 86–89.
191. *Дюков С. А.* и др. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Листы Q-36-XXVII, XXVIII. – М., 1971.
192. *Евзеров В. Я.* Размещение месторождений песка, песчано-гравийных смесей и легкоплавких глин Кольского региона в связи с дегляциацией // *Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геология*, 2000, вып. 9, № 3, с. 152–159.
193. *Евзеров В. Я., Каган Л. Я., Лебедева Р. М., Раямяэ Р. А.* Разрез Валдайских отложений в окрестностях города Ковдора (юго-западная часть Мурманской области) // *Геология и полезные ископаемые мезо-кайнозойских образований Кольского полуострова.* – Апатиты, 1980, с. 112–125.
194. *Евзеров В. Я., Еловичева Я. К., Лебедева Р. М., Раямяэ Р. А.* Стратиграфия плейстоценовых отложений южной части Кольского полуострова // *Геология плейстоцена Северо-Запада СССР.* – Апатиты, 1981, с. 97–107.
195. *Евзеров В. Я., Лебедева Р. М., Каган Л. Я.* Этап расчленения, абразии и аккумуляции (средневалдайское(?) межледниковье) // *История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита.* – Л.: Наука, 1976, с. 51–76.
196. *Евзеров В. Я.* Валдайское оледенение в Кольском регионе // *Седиментологические процессы и эволюция морских экосистем в условиях морского перигляциала.* Кн. 1. – Апатиты, 2001, с. 20–34.
197. *Евзеров В. Я.* Россыпные месторождения – уникальные образования в рыхлом покрове Балтийского щита // *Литология и полезные ископаемые*, 2001, № 2, с. 126–133.
198. *Егоркин А. В.* Изучение мантии на сверхдлинных профилях // *Физика Земли*. 1999, № 7–8, с. 114–130.
199. *Елисеев М. А.* Лопийские образования района Челозера // *Геология северо- и восточнокарельской структурных зон.* – Петрозаводск: КФ АН СССР, 1987, с. 13–36.
200. *Ефимов А. А., Каулина Т. Б.* Геологические особенности и U-Pb датирование (первые данные) юго-восточной части Ковдозерского базит-гипербазитового массива (блок Пуахта) // *Беломорский подвижный пояс: геология, геодинамика, геохронология.* Тез. докл. – Петрозаводск, 1997, с. 31.
201. *Жариков В. А., Омеляненко Б. И.* Классификация метасоматитов // *Метасоматизм и рудообразование.* – М., 1978, с. 9–28.
202. *Жарков А. М.* Строение и перспективы нефтегазоносности Мезенской синеклизы // *Геология нефти и газа*, 2005, № 1, с. 20–28.
203. *Зайцев А. Н.* и др. Щелочно-редкоземельные кальциты в карбонатитах Хибинского массива: минералогия и происхождение // *ДАН*, 1997, т. 355, № 2, с. 241–245.
204. *Зак С. И., Каменев Е. А., Минаков Ф. В. и др.* Хибинский щелочной массив. – Л.: Недра, 1972. 175 с.

205. Зарубин В. В. Особенности вмещающей среды и закономерности размещения пегматитовых жил месторождения Тэдино (Северная Карелия) // Тр. ВСЕГЕИ, 1969, т. 147, вып. 2, с. 58–70.

206. Земная кора и металлогения юго-восточной части Балтийского щита / Под ред. К. О. Кратца. – Л., 1983. 303 с.

207. Злобин В. Л., Богина М. М., Матуков Д. И., Бережная Н. Г. и др. Уточнение U-Pb возраста (данные ионного зонда SHRIMP-II) метаандезибазальтов тунгудской свиты, Лехтинская структура, Северная Карелия // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. Материалы конференции. Т. 2. – М.: ГЕОС, 2006, с. 265–270.

208. Зозуля Д. Р., Баянова Т. Б. Геологическая и геохронологическая (Sm-Nd, U-Pb, Rb-Sr, K-Ar) характеристика щелочногранитного магматизма Кейвского террейна Балтийского щита / Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты. Тез. докл. 1-й Российской конференции по изотопной геохронологии. – М.: ГЕОС, 2000, с. 150–151.

209. Золотов Е. Е., Костюченко С. Л., Ракитов В. А. Неоднородности верхней мантии Балтийского щита по данным сейсмотомографии // Разведка и охрана недр. 2000, № 2, с. 27–29.

210. Золотов Е. Е., Костюченко С. Л., Ракитов В. А. Томографические разрезы литосферы Восточно-Европейской платформы // Сейсмологическая модель литосферы Северной Европы: Баренцевский регион. Ч. 1 / Ред. Ф. П. Митрофанов, Н. В. Шаров. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998, с. 71–79.

211. Иваников В. В., Григорьева Л. В., Шинкарев Н. Ф. и др. Позднеархейская рудно-магматическая гранит-молибденовая система в Северо-Восточной Карелии // Вестник СПбГУ, сер. 7, вып. 4, № 28, 1995, с. 35–44.

212. Иваников В. В., Пилацкий В. Э., Богачев В. А. Гомологичные ряды магматических гранитоидных формаций Карелии // Магматизм, метаморфизм и геохронология докембрия Восточно-Европейской платформы. Тез. докл. 4-го регионального петрографического совещания. – Петрозаводск, 1987.

213. Иванова А. М., Смирнов А. Н., Ушаков В. И. Кайнозойский рудогенез в шельфовых областях России. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2005. 168 с.

214. Иванюк Г. И. Минералогия и петрология месторождений полосчатой железорудной формации Кольского полуострова. Автореф. – СПб, 2004. 40 с.

215. Иванюк Г. Ю., Горяинов П. М., Пахомовский Я. А., Коноплёва Н. Г., Яковенчук В. Н., Базай А. В., Калашиников А. О., Корчак Ю. А. Самоорганизация рудных комплексов. – М.: Геосгеокарт, 2007. 392 с.

216. Изотопные системы и время геологических процессов. // Материалы IV Российской конференции по изотопной геохронологии. 2–4 июня 2009 г., Т. 1. – СПб.: ИП Каталкина, 2009. 354 с.

217. Имандра-Варзугская зона карелид / В. Г. Загородный, А. А. Предевский, А. А. Басалаев и др. – Л.: Наука, 1982. 280 с.

218. Инженерная геология СССР. Т.1. Русская платформа. – М.: МГУ, 1978, с. 183–196.

219. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третьего поколения). – СПб.: ВСЕГЕИ, 2003. 240 с.

220. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Мурманской области за 1999 г. Вып. 4. – Апатиты, 2000, 87 с.

221. Исанина Э. В., Шаров Н. В. и др. Атлас региональных сейсмических профилей Европейского Севера России. 1995.

222. Казак А. П., Якобсон К. Э. Инъекционные туффзиты Золотицкого кимберлитового поля // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области / Отв. ред. Р. М. Галимзянов / Сост. А. Ф. Станковский. – Архангельск: Поморский ун-т, 2000, с. 103–114.

223. *Калинкин М. М., Арзамасцев А. А., Поляков И. В.* Кимберлиты и родственные породы Кольского региона // *Петрология*, 1993, т. 1, № 2.
224. *Калита А. П.* Пегматиты и гидротермалиты щелочных гранитов Кольского полуострова. – М., 1974. 140 с.
225. *Карпинская Н. В.* и др. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-IX. Объяснительная записка. – М., 1961. 79 с.
226. Карта геоморфолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР, м-б 1:500 000 / Гл. ред. В. И. Бабак. – М.: ГУГК, 1980.
227. Карта источников загрязнения России. Масштаб 1:5 000 000 / Р. Г. Корнева, Т. А. Конохова, С. Р. Крайнова, В. Н. Островский. Под ред. Л. А. Островского, С. Р. Крайновой // *Объяснительная записка* / В. Н. Островский, Л. А. Островский. – М., 1995. 24 с.
228. Карта минеральных фаций метаморфических пород восточной части Балтийского щита / Ред. В. А. Глебовицкий. – СПб., 1991, 1 л.
229. Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей // Гл. ред. Н. И. Николаев. – М., 1979.
230. **Карта четвертичных образований СССР м-ба 1:7 500 000 // Геологическое строение СССР. Т. 6. / Ред. Г. С. Ганшин, 1966.**
231. *Каулина Т. В., Богданова М. Н.* Основные этапы развития Северо-Западного Беломорья: U-Pb изотопные данные // *Литосфера*, 2000, № 12, с. 85–98.
232. *Кинд Н. В.* Хронология позднего антропогена по радиометрическим данным // *Итоги науки и техники; сер. Стратиграфия и палеонтология*, т. 4. – М., 1973, с. 5–49.
233. *Кислицын Р. В.* Возраст и кинематика тектонических движений в ядре раннепротерозойского Лапландско-Кольского орогена. Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минерал. наук. – СПб., 2001. 22 с.
234. *Кислицын Р. В., Балаганский В. В., Манттари И.* Возраст супракрустального комплекса полигона Воче-Ламбина, Кольский полуостров; По результатам U-Pb датирования по цирконам // *Материалы 3-го Всероссийского совещания «Общие вопросы расчленения докембрия»*. – Апатиты, 2000, с. 103–106.
235. *Когарко Л. Н., Крамм У.* и др. Новые данные возраста гнейсов щелочных пород Ловозерского массива // *ДАН*, 1983, т. 268, № 4, с. 970–972.
236. *Кожеевников В. Н.* Геология и геохимия архейских северокарельских зеленокаменных структур. – Петрозаводск, 1992. 199 с.
237. *Козлов М. Т.* Стратиграфия и магматизм юго-восточной части Кольского полуострова // *Стратиграфия и изотопная геохронология докембрия восточной части Балтийского щита*. – Л.: Наука, 1971, с. 143–152.
238. *Козлов Е. К.* Естественные ряды никеленосных интрузий и их металлогения. – Л.: Наука, 1973.
239. *Козлов Н. Е., Иванов А. А., Нерович Л. И.* Лапландский гранулитовый пояс – первичная природа и развитие. – Апатиты, 1990. 170 с.
240. *Колька В. В.* Мунозерская островная возвышенность // *Вестник МГТУ*, 1998, т. 1, № 3, с. 79–88.
241. Кольская сверхглубокая. – М.: Недра, 1984, 490 с.
242. *Конди К.* Архейские зеленокаменные пояса / Пер. с англ. Под ред. К. Л. Кратца. – М.: Мир, 1983. 390 с.
243. *Коровкин В. А., Турьлева Л. В.* Недра Северо-Запада Российской Федерации. – СПб, 2003. 250 с.
244. *Коросов В. И.* Геология дютаулийского протерозоя восточной части Балтийского щита (сумий, сариолий). – Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1991. 118 с.
245. *Коротков А. И.* Среднерусский артезианский бассейн. – Л., 1982. 62 с.
246. *Корсакова М. А., Иванов Н. М., Дударева Г. А.* Объяснительная записка к Государственной геологической карте Российской Федерации м-ба 1:200 000, лист Q-36-XV, XVI. – СПб. (в печати).

247. Корсакова М. А., Иванов Н. М., Дударева Г. А. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200 000; серия Карельская. Лист Q-36-XXVII, XXVIII (Юма). Объяснительная записка. – СПб. (в печати).
248. Корсакова О. П., Колька В. В., Молодькова А. Н. Плейстоценовые морские бассейны в депрессии Белого моря, Кольский полуостров // Проблемы корреляции плейстоценовых событий на Русском севере. Международное рабочее совещание. 4–6 декабря 2006. Тез. докл. – СПб.: ВСЕГЕИ, 49 с.
249. Корсакова О. П., Колька В. В. Плейстоценовая история осадконакопления в береговой зоне Кольского полуострова // Изв. РГО, т. 141, вып. 4, 2009, с. 35–47.
250. Костянов А. И. Изучение К-Са и Rb-Sr геохронометров // Эволюция системы кора-мантия. – М., 1986, с. 196–206.
251. Костюченко С. Л., Егоркин А. В., Солодилов Л. Н. Особенности структуры и физических полей земной коры и верхней мантии отдельных регионов Евразии // Тектоника, геодинамика и сейсмичность Северной Евразии – М., 2000, с. 291–308.
252. Костюченко С. Л., Егоркин А. В., Золотов Е. Е. и др. Структура внутрикоровых напряжений на севере Восточно-Европейской платформы по результатам глубинных исследований // Региональная геология и металлогения, 2000, № 10, с. 98–105.
253. Котельников Б. Н. Реконструкция генезиса песков. – Л.: ЛГУ, 1989. 132 с.
254. Котова Л. Н. Условия метаморфизма гнейсо-гранитных ареалов Карелии. Дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минер. наук. – СПб., 1993. 270 с.
255. Коц В. Г., Камышиников А. В., Чернов В. В. Новые данные о глубинном геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Мезенской синеклизы и западного склона Тиманской гряды // Геология нефти и газа, 1972, № 7, с. 10–13.
256. Кочегура В. В., Русинов Б. Ш. Палеомагнитное расчленение и корреляция плейстоценовых и голоценовых осадков Онежского залива // Комплексные морские геолого-геофизические исследования внутренних морей гляциального шельфа. – Л.: ВСЕГЕИ, 1987, с. 63–71.
257. Кочегура В. В. Применение палеомагнитных методов при геологической съемке шельфа. Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50 000. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1992, 144 с.
258. Кошечкин Б. И. Голоценовая тектоника восточной части Балтийского щита. – Л.: Наука, 1979. 158 с.
259. Крайнов С. Р. Об уникальных содержаниях фтора в подземных водах Ловозерского массива и влиянии фтора на миграцию в них кремнезема // ДАН СССР, 1967, т. 174, № 2, с. 455–458.
260. Кратц К. О. Геология карелид Карелии // Тр. ЛАГЕД АН СССР. Вып. 16. – М.–Л.: АН СССР, 1963, 205 с.
261. Кратц К. О. К расчленению и терминологии протерозоя Карелии // Изв. Карельского и Кольского филиала АН СССР, 1958, № 2.
262. Крылова М. Д. Геолого-геохимическая эволюция лапландского гранулитового пояса. – Л.: Наука, 1983. 160 с.
263. Кудряшов Н. М., Гавриленко Б. В., Никитин И. В., Петровский М. Н. Геохронологические реперы шовной зоны Колмозеро–Воронье и ее обрамления (Кольский полуостров) // Материалы 3-го Всероссийского совещания «Общие вопросы расчленения докембрия». – Апатиты, 2000, с. 125–127.
264. Кукуй С. Н., Богданов Ю. Б. Граница карельского комплекса (Шуэзерский голостратотип сумия) // Геологическое изучение и использование недр: Науч.-техн. информ. сб. Вып. 1. – М.: Геоинформмарк, 1995, с. 41–51.
265. Кулешевич Л. В. Метаморфизм и рудоносность архейских зеленокаменных поясов юго-восточной окраины Балтийского щита. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1992. 267 с.
266. Кулешевич Л. В. Генетические и рудно-формационные типы золотого оруденения Карелии // Минерагеня докембрия. – Петрозаводск, 2009, с. 137–140.

267. Куликов В. С., Слюсарев В. Д., Кочнев-Первухов В. И. Специфика базит-ультрабазитового магмопроявления в Северной Карелии // Изв. АН СССР, сер. геол., 1974, № 12, с. 160–165.
268. Куплетский Б. М. Петрография Кольского полуострова. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1932. 152 с.
269. Курьлева Н. А., Носиков В. В. Вулканические трубки взрыва на Кольском полуострове // Разведка и охрана недр, 1959, № 3, с. 5–8.
270. Кутюлин В. А. Петрохимические особенности кислых производных базальтовой магмы платформенных областей // Геология и геофизика, 1964, № 2, с. 74–81.
271. Кухаренко А. А. и др. Металлогенические особенности щелочных формаций восточной части Балтийского щита / Тр. Ленинградского об-ва естествоиспытателей, 1971, т. 72, № 2, с. 277.
272. Кухаренко А. А., Орлова М. П., Булах А. Г., Багдасаров Е. А., Римская-Корсакова О. М. и др. Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова. – Недр, 1965. 772 с.
273. Лавров М. М. Гипербазиты и расслоенные перидотит-габбро-норитовые интрузии докембрия Северной Карелии. – Л.: Наука, 1979. 136 с.
274. Лаврова М. А. О стратиграфии четвертичных отложений Северной Двины от устья р. Ваги до Конец-горы // Тр. Сов. секции INQUA, вып. 1, 1937.
275. Лаврова М. А. Четвертичная геология Кольского полуострова. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. 234 с.
276. Лаврушин Ю. А. Строение и формирование основных морен материковых оледенений. – М.: Наука, 1976. 240 с.
277. Ландшафтная эколого-геохимическая карта России. Масштаб 1 : 5 000 000. Объяснительная зап. / Е. П. Сорокина, Е. М. Никифорова и др. Под ред. В. В. Добровольского, Л. А. Островского. – М., 1995. 41 с.
278. Лебедева Р. М., Л. Я. Каган, Л. В. Иванова. Биостратиграфические исследования голоцена Кольского полуострова // Природа и хозяйство Севера. Вып. 15. – Мурманское книжное изд-во, 1987, с. 8–11.
279. Левченков О. А., Лобач-Жученко С. Б., Сергеев С. А. Геохронология Карельской гранит-зеленокаменной области // Изотопная геохронология докембрия. – Л.: Наука, 1989, с. 63–72.
280. Левченков О. А., Николаев А. А., Богомолов Е. С., Яковлева С. З. Уран-свинцовый возраст кислых магматитов сумия Северной Карелии // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1994, т. 2, № 1, с. 3–9.
281. Левченков О. А., Богданов Ю. Б., Матреничев В. А., Саватенков В. М. и др. Новые данные о возрасте вулканитов лопия Карелии // Материалы 3-го Всероссийского совещания «Общие вопросы расчленения докембрия». – Апатиты, 2000, с. 143–145.
282. Левченков О. А., Богданов Ю. Б., Саватенков В. М., Матреничев В. А., Яковлева С. З., Макеев А. С. О положении границы архея и протерозоя в Карелии // ДАН, 2001, т. 377, № 3, с. 363–365.
283. Легкова В. Г. Северо-запад Архангельской области // Геология четвертичных отложений северо-запада европейской части СССР. – Л.: Недр, 1967, с. 161–191.
284. Легкова В. Г., Бонбенкова В. А., Шукин Л. А. Основные генетические категории и морфоструктурный анализ строения поверхности Карелии и Кольского полуострова // Геоморфология Карелии и Кольского полуострова. – Л.: Недр, 1977, с. 80–128.
285. Легкова В. Г., Шукин Л. А. Основные черты геоморфологии // Геология четвертичных отложений северо-запада европейской части СССР. – Л.: Недр, 1967, с. 33–48.
286. Леонтьева А. П. и др. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-35-VI. Объяснительная записка. – М., 1964. 53 с.
287. Лисицын А. П. Новые возможности четырехмерной океанологии и мониторинга второго поколения – опыт двухлетних исследований на Белом море // Актуальные проблемы океанологии. – М.: Наука, 2003, с. 503–555.

288. Литвиненко И. В., Анкудинов С. А., Гаврилов И. А. и др. Глубинный разрез земной коры Центральной Карелии и его сейсмическая модель // Записки ЛПИ, 1981, т. 89, с. 12–17.

289. Лиферович Р. П., Баянова Т. Б. Цагинский массив: геохимические особенности. Возрастные данные // Геология Балтийского щита и других докембрийских областей России. Материалы 9-й молодежной научной конференции памяти чл.-кор. РАН К. О. Кратца. – Апатиты: КНЦ РАН, 1995, с. 20–25.

290. Лобач-Жученко С. Б., Арестова Н. А., Милькевич Р. И., Левченков О. А., Сергеев С. А. Стратиграфический разрез Костомукшской структуры Карелии (верхний архей), реконструированный на основе геохронологических, геохимических и изотопных данных // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2000, т. 8, № 4, с. 3–10.

291. Лобач-Жученко С. Б., Коваленко А. В., Левский Л. К. и др. Sm-Nd изотопные данные как отражение гетерогенности архейской коры Карелии, Балтийский щит // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. Материалы II Российской конференции по изотопной геологии 25–27 ноября 2003 г. – СПб., с. 301–305.

292. Лохов К. И., Астафьев Б. Ю., Воинова О. А., Матуков Д. И., Антонов А. В., Прасолов Э. М., Прилепский Э. Б., Богомолов Е. С. Возраст и генезис раннедокембрийской графитовой минерализации Кольского полуострова // Региональная геология и металлогения, 2006, № 28, с. 89–99.

293. Лукашев А. Д. Карта новейшей тектоники Карельской АССР // Атлас Карельской АССР. – М.: ГУГК СССР, 1989, с. 12.

294. Лукашев А. Д. Новейшая тектоника Карелии. – Л.: Наука, 1976, с. 1–109.

295. Лунина О. П. и др. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-I. Объяснительная записка. – М., 1962. 101 с.

296. Лутц Б. Г. Геохимия океанического и континентального магматизма. – М., 1980. 246 с.

297. Магматизм и металлогения рифтогенных систем восточной части Балтийского щита / А. Д. Щеглов (отв. ред.). – СПб.: Недра, 1993, с. 24–63.

298. Магматические горные породы. Т. 2. – М.: Наука, 1984. 415 с.

299. Магматические формации докембрия северо-восточной части Балтийского щита / И. Д. Батиева, И. В. Бельков, В. Р. Ветрин и др. – Л.: Наука, 1985. 176 с.

300. Магматические формации раннего докембрия территории СССР. Кн. 2: Магматизм подвижных поясов раннего докембрия / Под ред. Ф. П. Митрофанова и К. А. Шуркина. – М., 1980. 283 с.

301. Макарихин В. В., Кононова А. А. Фитолиты нижнего протерозоя Карелии. – Л.: Наука, 1983. 180 с.

302. Макарова В. А., Смелова Г. И., Митрофанова Н. В. Лечебные минеральные воды и грязи Архангельской области // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области. – Архангельск, 2000, с. 22–27.

303. Макарова Г. В. и др. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Карельская. Лист Q-35-XII. Объяснительная записка. – М., 1964. 75 с.

304. Макиевский С. И. Геология метаморфических толщ северо-запада Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1973. 151 с.

305. Малаховский Д. Б., Амантов А. В. Геолого-геоморфологические аномалии на севере Европы // Геоморфология, 1991, № 1, с. 89–95.

306. Малков В. Н., Гуркало Е. И., Монахова Л. Б., Шаврина Е. В., Гуркало В. А., Франц Н. А. Карст и пещеры Пинежья. – М., 2001. 208 с.

307. Малов А. И. Особенности геоэкологических условий месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова // Север: Экология / Отв. ред. Ф. Н. Юдахин. – Екатеринбург, 2000, с. 205.

308. Мануйлов С. Ф., Рыбалко А. Е., Спиридонова Е. А., Спиридонов М. А. Четвертичная геология северо-западной части Белого моря // Стратиграфия и палеогеография четвертичного периода севера европейской части СССР. – Петрозаводск: КФ АН СССР, 1977, с. 47.

309. *Маслеников В. А., Бондаренко Л. П., Дагелайский В. Б.* Древнейшие горные породы Кольского полуострова // Вопросы геохронологии и геологии. Тр. ЛАГЕД АН СССР. Вып. 12. – М.–Л., 1961, с. 133–155.
310. *Маслеников В. А., Бондаренко Л. П., Прияткина Л. А. и др.* Граниты северо-восточной части Кольского полуострова // Граниты Кольского полуострова и Карелии. Вып. 15. – М.–Л., 1963, с. 5–160.
311. Материалы по минералогии Кольского полуострова. Вып. 7. – Л.: Наука, 1969. 228 с.
312. *Матреничев В. А., Лобач-Жученко С. Б., Арестова Н. А. и др.* Петрология архейских вулканитов Карелии (к вопросу о геодинамике зеленокаменных поясов) // Геология и геохронология докембрия Восточно-Европейской платформы. – Л., 1990, с. 187–198.
313. *Матреничев В. А., Беляцкий Б. В., Ларионов А. Н. и др.* Архейские абсарокиты. Древнейший щелочной вулканизм Балтийского щита // Геология и геодинамика архея. Материалы I Всероссийской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. – СПб.: Центр информ. культуры, 2005, с. 254–258.
314. *Матреничев В. А., Алфимова Н. А., Левченков О. А. и др.* Лопийский комплекс Лехтинской структуры (Северная Карелия). Изотопный возраст, стратиграфия и взаимоотношения с фундаментом // Геология и геодинамика архея. Материалы I Всероссийской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. – СПб.: Центр информ. культуры, 2005, с. 242–248.
315. Медно-никелевые месторождения Балтийского щита / Отв. ред. Г. И. Горбунов, Х. Папунен. – Л.: Наука, 1985. 329 с.
316. Международная гидрогеологическая карта Европы. М-б 1:5 000 000: Лист Д-2, Хапаранда. Объяснительная записка / Авт.: С. В. Егоров, З. П. Панова. 1980.
317. Металлогения Карелии. – Петрозаводск.: КарФАН СССР, 1982. 277 с.
318. Металлогения Карелия. – Петрозаводск, 1999. 335 с.
319. **Метаморфизм супракrustальных комплексов раннего докембрия (северо-восточная часть Балтийского щита)** / В. П. Петров, О. А. Беляев и др. – Л.: Наука, 1986, 272 с. (КолФАН СССР, Геол. ин-т).
320. Метасоматоз и метасоматиты в метаморфических комплексах докембрия / Ред. Е. М. Филатова. – Апатиты: КФ АН СССР, 1981. 146 с.
321. Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России. – М., 2000, 189 с.
322. *Миллер Ю. В.* Тектоно-метаморфические циклы. – Л., 1982. 160 с.
323. *Миллер Ю. В., Милькевич Р. И.* Покровно-складчатая структура Беломорской зоны и ее соотношение с Карельской гранит-зеленокаменной областью // Геотектоника, 1995, № 6, с. 80–92.
324. *Милькевич Р. И., Т. А. Мыскова.* Положение каликорвинской структуры в системе позднеархейских северокарельских зеленокаменных поясов в свете новых данных по геохимии и U-Pb геохронологии («SHRIMP-II») вулканитов // Геология и геодинамика архея. Материалы I Всероссийской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. – СПб.: Центр информ. культуры, 2005, с. 265–267.
325. *Мильштейн Е. Д., Никитин А. А., Каличева Т. И., Наумова Е. В., Эринчек Ю. М.* Комплексная геолого-геофизическая модель глубинного строения восточной части Фенноскандии (по материалам сейсмического профилирования, гравиметрическим и магнитным данным) // Модели земной коры и верхней мантии. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007, с. 99–105.
326. Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Кн. 1 / Отв. ред. В. П. Михайлов, В. Н. Аминов. – Петрозаводск, 2006. 280 с.
327. Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Кн. 2 / Отв. ред. В. П. Михайлов, В. Н. Аминов. – Петрозаводск, 2006. 356 с.

328. Минерально-сырьевая база строительной индустрии Российской Федерации. Т. 3: Мурманская область. 1993, 228 с.; Т. 4: Республика Карелия. 1993, 190 с.
329. Минеральные месторождения Кольского полуострова / Под ред. Г. И. Горбунова – Л.: Наука, 1981, 272 с.
330. Минеральные парагенезисы метаморфических и метасоматических пород / Отв. ред. В. П. Петров. – Апатиты: КФ АН СССР, 1987. 125 с.
331. *Минина Е. Г.* и др. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-37-I. Объяснительная записка. – М., 1965. 83 с.
332. *Миц М. В., Собонович Э. В., Цьонь О. В.* Свинцово-изохронное датирование горных пород Мурманского блока и его обрамления (Кольский полуостров) // Изв. АН СССР, сер. геол., 1982, № 10, с. 5–17.
333. *Миц М. В., Глазнев В. Н., Конилов А. Н. и др.* Ранний докембрий Северо-Востока Балтийского щита: палеогеодинамика, строение и эволюция континентальной коры // Тр. ГИН. Вып. 503. – М., 1996. 287 с.
334. *Миц М. В., Берзин Р. Г., Сулейманов А. К. и др.* Глубинное строение раннедокембрийской коры Карельского кратона, юго-восток Фенноскандинавского щита: результаты исследования вдоль профиля МОГТ 4-В // Геотектоника, 2004, № 2, с. 10–29.
335. *Миц М. В., Берзин Р. Г., Андрющенко Ю. Н. и др.* Глубинное строение Карельского кратона вдоль геотраверса 1-ЕВ // Геотектоника, 2004а, № 5, с. 10–25.
336. *Миц М. В., Конилов А. Н., Докукина К. А. и др.* Мезо-неоархейская Беломорская эколгитовая провинция: интерпретация геохронологических данных // Изотопные системы и время геологических процессов. Материалы IV Российской конференции по изотопной геохронологии 2–4 июня 2009 г. Т. 2. – СПб., с. 25–28.
337. *Мирская Д. Д.* Стратиграфия и корреляция образований Кейвской и Колмозеро-Воронинской зон // Стратиграфические подразделения докембрия Кольского полуострова и их корреляция. – Апатиты, 1978, с. 6–13.
338. *Митрофанов Ф. П., Балаганский В. В., Балашиов Ю. А. и др.* U-Pb возраст габбро-анортозитов Кольского полуострова // Докл. РАН, 1993, т. 331, № 1, с. 95–98.
339. *Михайлюк Е. М., Алексеева В. Е. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XXXI, XXXII. Объяснительная записка. – М., 1988. 136 с.
340. *Мишарев Д. Т., Смирнова В. С., Солодкая Р. И.* Геологическое строение и пегматитоносность беломорского комплекса // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Запада СССР. Вып. 1. – Л., 1957, с. 52–67.
341. *Москвитин А. И.* Стратиграфия плейстоцена европейской части СССР // Тр. ГИН АН СССР, вып. 156, 1967.
342. *Мысцова Т. А., Глебовицкий В. А., Матуков Д. И. и др.* U-Pb изотопный возраст метадацитов Каликорвинской структуры Беломорья // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. Материалы II Российской конференции по изотопной геологии 25–27 ноября 2003 г. – СПб., с. 331–332.
343. *Невесский Е. Н., Медведев В. С., Калинин В. В.* Белое море: седиментогенез и история развития в голоцене. – М.: Наука, 1977. 235 с.
344. *Негруца В. З.* Геологическое строение юго-западного крыла Лехтинского синклинория // Вестн. ЛГУ, сер. 7, 1967, вып. 13, № 18, с. 103–115.
345. *Негруца В. З.* Раннепротерозойские этапы развития восточной части Балтийского щита. – Л.: Недра, 1984. 270 с.
346. *Негруца Т. Ф.* Палеогеография и литогенез раннего протерозоя области сочленения карелид и беломорид. – Л., 1979. 255 с.
347. *Негруца Т. Ф., Корсакова М. А., Иванов Н. М.* Опорные разрезы сариолия восточной части Балтийского щита // Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., 1985, т. 339, с. 66–78.
348. Недра России. Т. 2. Экология геологической среды. – СПб.–М., 2002. 657 с.

349. *Никитина Л. П., Лохов К. И., Левский Л. К. и др.* Протерозойский лампроитовый магматизм Восточной части Балтийского щита // Вестник СПбГУ, сер. 7, 1999, вып. 3, с. 11–25.
350. *Николаева К. А., Смирнова В. С.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-VIII. – М., 1960.
351. *Николаева К. А. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-VIII. Объяснительная записка. – М., 1961. 71 с.
352. *Никольская Ж. Д., Гордиенко Л. И.* Петрология и металлогения гранитоидных формаций Карелии. – М.: Наука, 1977. 152 с.
353. *Никонов А. А.* Стратиграфия и палеогеография верхнего плейстоцена Кольского полуострова // БМОИП, отд. геол., 1964, т. 39, №6, с. 150–151.
354. *Никонов А. А.* Стратиграфия плейстоцена Кольского полуострова // Советская геология, 1966, № 8, с. 26–37.
355. *Ниткина Е. А.* Этапы и длительность формирования платинометалльного Федорово-Панского расслоенного массива и его месторождений Федоровского и Малая Пана: данные изотопного U-Pb датирования циркона // *Изотопные системы и время геологических процессов. Материалы IV Российской конференции по изотопной геохронологии 2–4 июня 2009 г.* Т. 2. – СПб., с. 57–59.
356. *Низмеля Й., Эжман И. М., Лукашов А. Д.* Карта четвертичных отложений Финляндии и Северо-Запада РФ и их сырьевые ресурсы. Масштаб 1 : 1 000 000. ГеоНИИ, Финляндия, 1993.
357. *Носикова А. М.* Объяснительная записка к Госгеолкарте-1000 по листам Q-35, 36 – Кировск (полезные ископаемые). – М., 1959. 93 с.
358. *Носова А. А., Ларионова Ю. О., Самсонов А. В. и др.* Изотопные ограничения возраста базальтов Солозера (Кандалакша–Двинский рифт): новые данные о непротерозойском внутриплитном магматизме Восточно-Европейской платформы // *Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. III Российская конференция по изотопной геохронологии. Материалы конференции. Т. 2.* – М.: ГЕОС, 2006. с. 81–86.
359. *Нумерова В. Н.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XIV. – М., 1964. 84 с.
360. *Нумерова В. Н. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XIV. Объяснительная записка. – М., 1966. 83 с.
361. *Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского полуострова // К VIII конгрессу INQUA (Франция, 1969).* – Л.: Наука, 1969, с. 63–79.
362. *Островская Н. А. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-V. Объяснительная записка. – М., 1963. 120 с.
363. *Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области / Отв. ред. Р. М. Галимзянов.* – Архангельск, 2000. 192 с.
364. *Панова З. П.* Соленые и рассольные подземные воды Балтийского щита (в пределах СССР) // Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., 1976, т. 246, с. 98–101.
365. *Пахтусова Н. А.* Объяснительная записка к Госгеолкарте-1000 по листу Q-37 «Архангельск» (полезные ископаемые). – М., 1959. 96 с.
366. *Перевозчикова В. А.* Геология протерозоя Карелии. Стратиграфия и магматизм // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Запада СССР. – Л., 1957, с. 35–51.
367. *Петров Б. В., Богданов Ю. Б., Мильштейн Е. Д., Эринчек Ю. М.* Новые представления о геологическом строении Карело-Кольского региона на основе интерпретации материалов публичных геофизических исследований // *Модели земной коры и верхней мантии.* – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007, с. 154–157.
368. *Петрова А. Ю., Библикова Е. В., Клаэссен С.* Изотопный возраст санукитоидов Карелии (U-Pb датирование цирконов на ионном микрозонде NORDSIM) // *Изотопная*

- геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. Материалы II Российской конференции по изотопной геологии 25–27 ноября 2003 г. – СПб., с. 354–358.
369. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1995, 128 с.
370. Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. – М.: Геоинформмарк, 1994. 248 с.
371. Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. – М.: Геоинформмарк, 1995. Т. 2, в 2-х кн., 201 и 203 с.
372. Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI веке. – М.: Геоинформмарк, 1999., Т. 3, в 2-х кн., 368 с.
373. *Плешивцева Э. С., Гриб В. И.* К стратиграфии четвертичных отложений нижнего течения реки Сев. Двины // Доклады по геоморфологии и палеогеографии северо-запада европейской части СССР, вып. 2, ч. 1. – Л.: Изд-во Гос. геогр. об-ва, 1965, с. 7–34.
374. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Карельской АССР за 1969–1986 гг. Т. 1. Буровые на воду скважины. Кн. 3. – М., 1989. 360 с.
375. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Карельской АССР. Т. I. Гидрогеологический очерк, 32 с.; Т. II. Буровые на воду скважины. Кн. 1. 224 с.; Т. III. Результаты химических и бактериологических анализов воды, 78 с. – М., 1974.
376. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Мурманской области: Т. II. Буровые скважины на воду, 224 с. Т. III. Результаты химических и бактериологических анализов воды, 36 с. – М., 1976.
377. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Архангельской области. Т. II. Буровые на воду скважины. Кн. 3. – М., 1968, 242 с.
378. *Пожиленко В. И.* Минеральные парагенезисы метапелитов – индикаторы полиметаморфизма Енской зоны Беломорья // Минеральные парагенезисы метаморфических и метасоматических пород. – Апатиты, 1987, с. 110–117.
379. *Пожиленко В. И.* Стрoение и данные к формационной характеристике Риколатвинской зоны Беломорья // Геология и история формирования докембрийских структур Кольского полуострова. – Апатиты, 1984, с. 56–63.
380. *Пожиленко В. И., Баянова Т. Б. и др.* Соотношение и возраст арваренчской и кукшинской свит (г. Арваренч, Кольский регион, Балтийский щит) // Общие вопросы расчленения докембрия. Материалы 3-го Всерос. совещания 13–17 июня 2000. – Апатиты, 2000, с. 215–218.
381. *Полеховский Ю. С.* Сумий и сариолий в Панаярвинской структурной зоне (Северная Карелия) // Стратиграфия нижнего докембрия Карело-Кольского региона. – Л., 1985, с. 106–113.
382. *Полканов А. А.* Геолого-петрографический очерк северо-западной части Кольского полуострова. Ч. 1. – Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 566 с.
383. *Попова В. А., Савина А. М.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XIX, XX. – М., 1976.
384. *Попова В. А. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XIX, XX. Объяснительная записка. – М., 1979. 106 с.
385. *Попова В. А. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XXXIII. Объяснительная записка. – М., 1971. 51 с.
386. *Попова В. А. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-VII. Объяснительная записка. – М., 1966. 103 с.
387. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 24. – Л., 1989. 74 с.
388. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 32. – СПб., 2001. 46 с.

389. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 33. – СПб., 2002. 56 с.
390. *Потрубович Л. Н., Симон А. К.* Стратиграфия прогиба Имандра–Варзуга–Сосновка (Кольский полуостров) // Вестн. МГУ, сер. 4, 1966, № 3, с. 37–45.
391. *Прияткина Л. А., Шарков Е. В.* Геология Лапландского глубинного разлома (Балтийский щит). – Л.: Наука, 1979. 128 с.
392. *Проскураков В. В., Зак С. И.* Кургинский массив ультраосновных и щелочных пород на Кольском полуострове // Щелочные породы Кольского полуострова. – М.–Л.: Наука, 1966. с. 44–54.
393. *Проскураков В. В., Увадьев Л. И. и др.* Щелочные калиевые породы района Костомукшского железорудного месторождения (Западная Карелия) // ДАН СССР, 1989, т. 307, № 6, с. 1457–1460.
394. *Проскураков В. В., Увадьев Л. И., Воинова О. А.* Лампроиты Карело-Кольского региона // ДАН СССР, 1990, т. 314, № 4, с. 940–943.
395. *Пушкарёв Ю. Д.* Мегациклы в эволюции системы кора–мантия. – Л.: Наука, 1990. 216 с.
396. *Пушкарёв Ю. Д., Шестаков Г. И., Рюнгенен Г. И., Шуркина Л. К.* Гранитоиды древнее 2800 млн лет на Кольском полуострове // Древнейшие гранитоиды восточной части Балтийского щита. – Апатиты, 1979, с. 18–43.
397. *Пушкарёв Ю. Д.* Дефицит компонента «ЕМ» в древнейших мантийных вулканитах: архейская субдукция иллюзия или реальность? // Геология и геодинамика архея. Материалы I Всероссийской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. – СПб.: Центр информ. культуры, 2005, с. 308–313.
398. *Радченко А. Т., Балаганский В. В., Басалаев А. А. и др.* Объяснительная записка к Геологической карте северо-восточной части Балтийского щита масштаба 1 : 500 000 / Под ред. Ф. П. Митрофанова. – Апатиты: КНЦ РАН, 1994. 120 с.
399. *Раевская М. Б., Горьковец В. Я., Светова А. И., Володичев О. И.* Стратиграфия докембрия Карелии. Опорные разрезы верхнеархейских отложений. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1992. 101 с.
400. Ранний докембрий Балтийского щита / Отв. ред. В. А. Глебовицкий. – СПб., 2005. 711 с.
401. Региональные метаморфо-метасоматические формации / Гл. ред. Д. В. Рундквист. – Л.: Наука, 1983. 215 с.
402. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии / Под ред. В. С. Самариной. – Петрозаводск, 1987. 151 с.
403. Решение 2-го Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Восточно-Европейской платформы. – Л., 1986. 156 с.
404. *Рихтер Г. Д.* Физико-географическое описание // Геология СССР. Т. XXVII. – М., 1958. с. 20–40.
405. *Робонен В. И.* Геосинклинальные формации Шуэзерского синклинория Восточной Карелии // Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР, 1959, № 4, с. 50–53.
406. *Робонен В. И., Коросов В. И., Елисеев М. А.* О базальных образованиях карельского комплекса (нижнего протерозоя) // Геология раннего докембрия Карелии. – Петрозаводск, 1979, с. 120–147.
407. *Романовский С. И.* Физическая седиментология. – Л.: Недра, 1988. 240 с.
408. *Русская платформа* // Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 1. – Л.: Недра, 1985. 356 с.
409. *Рухлов А. С.* Дайки и трубки взрыва Кандалакшского грабена (Кольская щелочная провинция): модели магматических процессов и эволюции субконтинентальной мантии / Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минер. наук. – СПб., 1999.
410. *Рыбаков С. И.* Колчеданное рудообразование в раннем докембрии Балтийского щита. – Л., 1987, 266 с.

411. Рыбалко А. Е. Позднечетвертичный седиментогенез внутренних морей гляциальных шельфов Северо-Запада России / Автореф. дис. на соискание уч. степени д. г.-м. н. – СПб., 1998. 48 с.

412. Рыбалко А. Е., Спиридонов М. А. О новом типе прибрежно-морского россыпеобразовании на гляциальном шельфе // Тез. докл. VIII совещания по геологии россыпей. – Киев.: Наукова Думка, 1987, с. 270–273.

413. Рыбалко А. Е. Последнее шельфовое оледенение: литологические и палеогеографические аспекты // Проблемы корреляции плейстоценовых событий на Русском Севере. Международное рабочее совещание. Тез. докл. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 81 с.

414. Рыбалко А. Е., Лисицин А. П., Шевченко В. П. и др. Новые данные о строении четвертичного покрова Белого моря // Геология, география и экология океана. Материалы Международной научной конф, посвященной 100-летию со дня рождения Д. Г. Панова. – Ростов-на-Дону, 2009, с. 281–285.

415. Самсонов А. В., Берзин Р. Г., Заможняя Н. Г., Щипанский А. А. и др. Процессы формирования раннедокембрийской коры северо-запада Карелии, Балтийский щит: результаты геологических, петрологических и глубинных сейсмических (профиль 4-В) исследований // Глубинное строение и эволюция земной коры восточной части Фенноскандинавского щита: профиль Кемь–Калевала. – Петрозаводск, 2001, с. 109–143.

416. Самсонов А. В., Ларионова Ю. О., Штагин К. Н. Изотопно-геохимическая гетерогенность архейской литосферной мантии: Sm-Nd данные по санукитоидам Карельского кратона // XVII симпозиум по геохимии изотопов. 6–9 декабря 2004 г. Тез. докл. – М., 2004, с. 230–231.

417. Свириденко Л. П. Метаморфизм и гранитообразование в раннем докембрии Западной Карелии. – М.–Л., 1974. 155 с.

418. Свиточ А. А. Морской плейстоцен побережий России. – М.: ГЕОС, 2003. 362 с.

419. Селивановская Е. Е. и др. Объяснительная записка к Госгеолкарте-200 по листам Q-37-XIII, XIV (серия Кольская). – М., 1976. 88 с.

420. Семенов В. С., Коптев-Дворников Е. В., Борковский А. М., Киреев и др. Расслоенный троктолит-габброноритовый интрузив Ципринга, Северная Карелия: геологическое строение // Петрология, 1995, т. 3, № 6, с. 645–649.

421. Семенова Л. Р. Расчленение верхнего звена плейстоцена (Кольский полуостров) // Геологическое изучение и использование недр. Информ. сб. Вып. 1. – М., 1996, с. 18–22.

422. Сергеева Э. И. и др. Объяснительная записка к Госгеолкарте-200 по листу Q-37-XI, XII (серия Кольская). – М., 1982. 91 с.

423. Серебряков Н. С., Астафьев Б. Ю., Воинова О. А., Пресняков С. Л. Первое Th-U-Pb датирование корундсодержащих метасоматитов Беломорского подвижного пояса // ДАН, 2007, т. 413, № 3, с. 388–393.

424. Серноколчеданные месторождения Карелии. – Л.: Наука, 1978. 192 с.

425. Серов П. А., Дьяков С. Н., Шерстенников О. Г. Фазы внедрения и длительность формирования расслоенного платиноносного Федорово-Панского интрузива: изотопные Sm-Nd данные // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. III Российская конференция по изотопной геохронологии. Материалы конференции. Т. 2. – М.: ГЕОС, 2006, с. 260–265.

426. Сиверцева И. А., Станковский А. Ф. Новые данные по геологии верхнедокембрийских отложений северо-запада Архангельской области // Вестник ЛГУ, 1982, сер. 7, вып. 2, № 12, с. 30–40.

427. Ситникова М. А., Кернер Т., Синдерн С., Демени А., Зайцев А. Н., Крамм У., Трапп Е. Sr-, Nd-, C-, O-систематика пород йолит-карбонатитового комплекса Салланлатва, Северная Карелия // XVII симпозиум по геохимии изотопов. 6–9 декабря 2004 г. Тез. докл. – М., 2004. с. 238–239.

428. Скублов С. Г., Астафьев Б. Ю., Марин Ю. Б., Гембицкая И. М., Левченков О. А. Первая находка церианита в цирконах из метасоматитов Терского зеленокаменного пояса (Балтийский щит) // ДАН, 2009, т. 428, № 1, с. 96–100.

429. *Слабунов А. И.* Лопийские осадочно-вулканогенные образования и их соотношения с беломорским супракрустальным комплексом в районе оз. Кереть // Докембрий Северной Карелии. – Петрозаводск: КарНЦ АН СССР, 1990, с. 141–155.

430. *Слабунов А. И.* Верхнеархейская Керетская гранит-зеленокаменная система Карелии // Геотектоника, 1993, № 5, 61–73.

431. *Слабунов А. И.* Структура и характер разреза лопийского комплекса района оз. Верхнее–Шобозеро–оз. Майозеро (Лоухский район) // Оперативно-информ. материалы за 1984 г. – Петрозаводск, 1985, с. 44.

432. *Слабунов А. И., Володичев О. И., Бибилова Е. В.* U-Pb геохронология, Nd-систематика и петрология раннепротерозойских эклитов Беломорского подвижного пояса (Балтийский щит) // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. Материалы II Российской конференции по изотопной геологии 25–27 ноября 2003 г. – СПб., с. 465–467.

433. *Слабунов А. И., Богина М. М., Злобин В. Л., Матуков Д. И.* U-Pb цирконометрия (данные ионного зонда SHRIMP-II) мезоархейских вулканитов Керетского зеленокаменного пояса и геодинамика ранних стадий развития Беломорского подвижного пояса // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. III Российская конференция по изотопной геохронологии. Материалы конференции. Т. 2. – М.: ГЕОС, 2006, с. 276–281.

434. *Слабунов А. И., Лобач-Жученко С. Б., Бибилова Е. Б., Балаганский В. В. и др.* Архей Балтийского щита: геология, геохронология, геодинамические обстановки // Геотектоника, 2006, № 6, с. 3–32.

435. *Слабунов А. И., Богина М. М., Злобин В. Л. и др.* Вокшозерская структура Керетского зеленокаменного пояса Беломорского подвижного пояса: петрология, геохронология метавулканитов и геодинамические следствия // Геология и полезные ископаемые. № 10. – Петрозаводск, 2007, с. 5–15.

436. Слюдоносные пегматиты Северной Карелии: Геология, минералогия, геохимия и генезис / В. В. Гордиенко, Ю. Б. Богданов, Г. Н. Бойцова и др. – Л.: Недра, 1976. 367 с.

437. *Слюсарев В. Д., Кулешевич Л. В., Гришин А. С., Земцов В. К.* Закономерности локализации сурьмяно-мышьяковой минерализации в районе восточного берега Тикшеозера (Северная Карелия) // Оперативно-информ. материалы ИГ КарНЦ РАН. – Петрозаводск, 1988, с. 15–25.

438. *Смирнов В. И.* Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. 669 с.

439. *Смирнова В. С., Солодкая Р. И.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XVI. – М., 1959.

440. *Смирнова В. С., Солодкая Р. И.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XVI. Объяснительная записка. – М., 1960. 59 с.

441. *Смолькин В. Ф.* Коматиитовый и пикритовый магматизм раннего докембрия Балтийского щита. – СПб.: Наука, 1992. 272 с.

442. *Смолькин В. Ф.* Магматизм раннепротерозойской (2,5–1,7 млрд лет) палеорифтогенной системы. Северо-запад Балтийского щита // Петрология, 1997, т. 5, № 4, с. 394–411.

443. Соленые воды и рассолы Балтийского щита / А. И. Коротков, Е. Л. Грейсер, В. С. Саванин // ДАН СССР, 1978, т. 238, № 4, с. 951–954.

444. *Соллогуб В. Б., Чекунов А. В., Литвиненко И. В. и др.* Литосфера Центральной и Восточной Европы. Геотраверсы I, II, V / Отв. ред. В. Б. Соллогуб. – Киев: Наукова Думка, 1987. 167 с.

445. *Солодкая Р. И.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-II. – М., 1963.

446. *Солодкая Р. И. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Кольская. Лист Q-36- II. Объяснительная записка. – М., 1964. 103 с.

447. *Солодкая Р. И.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XV. – М., 1961.
448. *Солодкая Р. И.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XV. Объяснительная записка. – М., 1963. 93 с.
449. *Станковский А. Ф.* Геологические памятники природы северо-запада Архангельской области // Очерки по геологии и полезным ископаемым Архангельской области. – Архангельск: Поморский гос. ун-т, 2000, с. 168–188.
450. *Станковский А. Ф., Якобсон К. Э.* Структуры фундамента и осадочного чехла Юго-Восточного Беломорья // Блоковая тектоника и перспективы рудоносности северо-запада Русской платформы. – Л.: ВСЕГЕИ, 1986.
451. *Степанов В. С.* Комплекс лерцолитов–габброноритов (друзитов) Западного Беломорья // Геология и полезные ископаемые Карелии. – Петрозаводск, 1975, с. 54–67.
452. *Степанов В. С.* Комплекс лерцолитов–габброноритов среди друзитов Западного Беломорья // Геология и полезные ископаемые Карелии. Тез. докл. Геол. межобл. конф. – Петрозаводск, 1971, с. 14–17.
453. *Степанов В. С.* Магматиты района д. Гридино (вещество, последовательность образования и некоторые черты эволюции) // Докембрий Северной Карелии. – Петрозаводск, 1990, с. 78–102.
454. *Степанов В. С.* Магматические комплексы и некоторые черты эволюции основного–ультраосновного магматизма центральной части Западного Беломорья // Интрузивные базит–ультрабазитовые комплексы докембрия Карелии. – Л., 1976, с. 9–25.
455. *Степанов В. С.* Основной магматизм докембрия Западного Беломорья. – Л.: Наука, 1981, 216 с.
456. *Степанов В. С.* Ультрабазиты и амфиболиты оз. Серяк (к проблеме генезиса беломорских амфиболитов) // Петрология глубокометаморфизованных комплексов Карелии. – Петрозаводск, 1983, с. 27–38.
457. *Степанов В. С., Слабунов А. И.* Амфиболиты и ранние ультрабазиты докембрия Северной Карелии. – Л.: Наука, 1989. 175 с.
458. *Степанова А. В., Ларионов А. Н., Бибикова Е. В. и др.* Геология, геохимия и геохронология ятулийского комплекса коронитовых габбро Беломорского подвижного пояса Балтийского щита // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. Материалы II Российской конференции по изотопной геологии 25–27 ноября 2003 г. – СПб., с. 487–489.
459. Стратиграфический кодекс. Изд. 2-е. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1992. 120 с.
460. Стратиграфия докембрия Карельской АССР (архей, нижний протерозой) / Отв. ред. В. А. Соколов. – Петрозаводск: КарФАН СССР, 1984. 115 с.
461. Стратиграфия нижнего докембрия Карело-Кольского региона / Науч. ред. Л. И. Сапог. – Л.: ВСЕГЕИ, 1985. 126 с.
462. *Стрелков С. А.* Морфоструктуры северо-восточной части Балтийского щита и основные законы их формирования // Палеогеография и морфоструктуры Кольского полуострова. – Л., 1973, с. 5–80.
463. *Стрелков С. А. и др.* История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита. – Л.: Наука, 1976, с. 1–164.
464. *Ступникова Н. И. и др.* Радиологический возраст пегматитовых жил Северной Карелии // Изв. АН СССР, сер. геол., 1970, № 4, с. 85–103.
465. *Суздальский О. В.* Литодинамика мелководья Белого, Баренцева и Карского морей // Геология моря, вып. 3. – Л.: НИИГА, 1974, с. 27–33.
466. *Сыстра Ю. Й.* Тектоническое строение района озер Ханкусьярви–Кужъярви // Геология докембрия Северной Карелии. Оперативно-информ. материалы. – Петрозаводск, 1986, с. 22–27.
467. *Сыстра Ю. Й.* Тектоника Карельского региона. – СПб.: Наука, 1991. 176 с.

468. *Тарасов Г. А Шлыкова В. В.* Распределение мощностей четвертичных отложений и основные черты довалдайской поверхности Белого моря // ДАН, 2006, т. 411, № 2, с. 226–230.
469. *Терновой В. И., Афанасьев Б. В., Сулимов Б. И.* Геология и разведка Ковдорского вермикулито-флогопитового месторождения. – Л.: Недра, 1969. 288 с.
470. *Тимонов В. В.* Схема общей циркуляции вод бассейна Белого моря и происхождение его глубинных вод // Труды Гос. океанограф. ин-та. 1947. Вып. 1, с. 118–131.
471. Требования по составлению и подготовке к изданию материалов Государственной геологической карты СССР масштаба 1:1 000 000 (новая серия). – Л., 1982. 61 с.
472. *Тугаринов А. И., Бибилова Е. В.* Геохронология Балтийского щита по данным цирконометрии. – М.: Наука, 1980. 131 с.
473. *Турченко С. И.* Металлогения тектонических структур палеопротерозоя. – СПб.: Наука, 2007. 175 с.
474. *Ульянов А. Г., Путинцева Е. В.* Дайковые серии Костомукшского поля калиевых пород (Западная Карелия) // Геология и геофизика, 2001. (В печати).
475. *Усикова Т. В., Малаховский Д. Б., Гарбар Д. И.* Домикулинские озерные отложения Северо-Западного Приладожья // История озер. Тр. Всесоюз. симпозиума по проблеме пресноводных озер. Т. 2. – Вильнюс, 1970, с. 123–133.
476. Фации метаморфизма восточной части Балтийского щита. – Л.: Наука, 1990. 144 с.
477. *Федонкин М. А.* Беломорская биота венда (докембрийская бесскелетная фауна севера Русской платформы). – М.: Наука, 1981. 100 с.
478. *Федоров Д. А., Владимиров Т. В., Капустин И. Н.* Проблемы нефтегазоносности древних толщ Европейской России // Разведка и охрана недр, 2000, № 6, с. 12–13.
479. *Фриш Т., Джексон Г. Д., Глебовицкий В. А.* и др. **U-Pb геохронология цирконов** Колвицкого габбро-анортозитового комплекса, южная часть Кольского полуострова, Россия // Петрология, 1995, т. 3, № 3, с. 248–254.
480. *Фузган М. М., Кинозова Т. И., Слабунов А. И.* и др. Граница Беломорского подвижного пояса – Карельский кратон: данные U-Pb изотопного исследования сфенов Южного Беломорья // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. III **Российская конференция по изотопной геохронологии**. Материалы конференции. Т. 2. – М.: ГЕОС, 2006, с. 371–373.
481. *Фурман В. Н., Пишеничная О. В.* Общие закономерности золотоносности Костомукшской структуры на примере месторождения Таловейс и проявления Берендей // Благородные металлы и алмазы севера европейской части России. Тез. докл. – Петрозаводск, 1995, с. 147–149.
482. *Хазанович К. К.* Геологическое строение района Гимольского месторождения железных руд (КФССР) // Развитие недр, 1946, № 6, с. 18–22.
483. *Харитонов Л. Я., Богданов Ю. Б., Воинов А. С., Суханов В. А.* К стратиграфии железорудных толщ Западной Карелии // Вестник ЛГУ, 1964, № 24, с. 35–43.
484. *Харитонов Л. Я.* Основные черты стратиграфии и тектоники восточной части Балтийского щита // Труды 3-й сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. – М.–Л., 1955, с. 51–77.
485. *Харитонов Л. Я.* Структура и стратиграфия карелид восточной части Балтийского щита. – М.: Недра, 1966. 359 с.
486. *Хейсканен К. И.* Палеогеография Балтийского щита в карельское время. – Петрозаводск, 1990. 124 с.
487. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник. – М., 1991. 241 с.
488. *Хотинский Н. А.* Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. 198 с.
489. *Чащин В. В., Баянова Т. Б., Левкович Н. В.* Кислогубская свита верхнеархейского Терско-Аллареченского зеленокаменного пояса (Кольский полуостров, Россия): стратотипический разрез и U-Pb возраст // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2004, т. 12, № 6, с. 3–15.

490. *Чащин В. В. и др.* Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-III, IV. Объяснительная записка и комплект карт. – СПб., 2008. 196 с.
491. *Чащин В. В., Лукьянова Н. В., Семенова Л. Р. и др.* Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200 000. Изд. 2-е. Кольская серия. Лист R-36-XXXIII, XXXIV (Оленегорск). Объяснительная записка и комплект карт. – СПб., 2008. 166 с.
492. *Чекулаев В. П.* Архейские гранитоиды Карелии и их роль в формировании континентальной коры Балтийского щита. Автореф. дис. на соискание уч. степени докт. геол.-минер. наук. – СПб., 1996. 42 с.
493. *Чернов В. М., Стенарь М. М.* Стратиграфия карельских образований Западной Карелии // Тр. КарФАН СССР, 1960, вып. 26., с. 29–45.
494. Четвертичный покров Балтийского щита. – Л.: Недра, 1987. 151 с.
495. *Чувардинский В. Г.* Новый щелочной массив в северо-восточной части Кандалякшского грабена // Минерагеня докембрия. – Петрозаводск, 2009, с. 294.
496. *Шаблинский Г. Н.* К вопросу о глубинном строении Хибинского и Ловозерского плутонов // Тр. Ленингр. об-ва естествоиспыт. природы, 1963, т. 74, вып. 1, с. 41–43.
497. *Шарков Е. В.* Петрология расслоенных интрузий. – Л., 1980. 184 с.
498. *Шарков Е. В.* Анортозитовые ассоциации Кольского полуострова // Анортозиты Земли и Луны. – М.: Наука, 1984, с. 5–61.
499. *Шаров Н. В.* Литосфера Балтийского щита по сейсмическим данным. – Апатиты: КНЦ РАН, 1993. 145 с.
500. *Шаров Н. В., Шарова В. П.* Результаты глубинных геофизических исследований Северной Карелии // Геофизический журнал, 1997, № 1, с. 82–87.
501. *Шевченко С. С., Ахмедов А. М., Крупеник В. А., Свешникова К. Ю.* Благородно-металльные метасоматиты позднего архея Чупино-Лоухского фрагмента Беломорской подвижной зоны (Северная Карелия) // Региональная геология и металлогения, 2009, № 37, с. 106–120.
502. *Шемякин В. М.* Чарнокитоиды раннего докембрия. – Л.: Наука, 1976. 179 с.
503. *Шмыгалев В. И.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XIII. – М., 1961.
504. *Шмыгалев В. И. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XIII. Объяснительная записка. – М., 1962. 73 с.
505. *Шмыгалев В. И. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XXIX, XXX. Объяснительная записка. – М., 1966. 76 с.
506. *Шмыгалева Х. М., Шмыгалев В. И.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-VI. – М., 1962.
507. *Шмыгалева Х. М. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Кольская. Лист Q-36-VI. Объяснительная записка. – М., 1964. 83 с.
508. *Шмыгалева Х. М. и др.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Карельская. Лист Q-36-XXIII, XXIV. Объяснительная записка. – М., 1969. 47 с.
509. *Шуркин К. А., Горлов Н. В., Салье М. Е. и др.* Беломорский комплекс Северной Карелии и юго-запада Кольского полуострова (геология и пегматитоносность). – М.–Л., 1962. 306 с.
510. *Щеглова Т. П.* Петрология и геохимия железистых кварцитов западной части Кольского полуострова / Автореферат. – М., 1977. 25 с.
511. *Щипцов В. В., Кожевников В. Н., Скорнякова Н. И.* Гранитоиды архея юго-восточной части Балтийского щита (Карельский геоблок). – М.–Л., 1987. 119 с.
512. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24–8 тыс. л. н.) / Отв. ред. А. К. Маркова, Т. ван Кольфсхотен. – М.: КМК, 2008, с. 73–87.

513. *Эжман И. М.* Четвертичная система // Геология Карелии. – Л.: Наука, 1987, с. 79–93.
514. Экологический атлас Мурманской области. – М.: Апатиты, 1999. 48 с.
515. Эколого-географическая карта России. Масштаб 1 : 4 000 000. – М.: Федеральная служба ГК РФ, 1996.
516. Эколого-гидрогеологическая карта России. Масштаб 1 : 5 000 000. Объяснительная записка / Т. А. Конохова, С. Р. Крайнов, Л. А. Островский и др. Под ред. М. В. Кочеткова, Л. А. Островского. – М., 1995. 33 с.
517. Эколого-инженерно-геологическая карта России. Масштаб 1 : 5 000 000. Объяснительная записка / Л. А. Островский, И. М. Ципина и др. Под ред. М. В. Кочеткова, П. В. Царева, Е. С. Мельникова. – М., 1995. 34 с.
518. Эколого-радиогеологическая карта России. Масштаб 1 : 5 000 000. Объяснительная записка / В. А. Грабовников и др. Ред. В. А. Грабовников. – М., 1995. 33 с.
519. Эндогенные режимы метаморфизма раннего докембрия (северо-восточная часть Балтийского щита) / В. П. Петров, О. А. Беляев, З. М. Волошина и др. – Л.: Наука, 1990. 184 с.
520. *Юдин Б. А.* Габбро-лабродоритовая формация Кольского полуострова и ее металлогения. – Л.: Наука, 1980. 168 с.
521. *Якобсон К. Э.* Вендская тектоническая перестройка на Русской платформе // Сов. геология, 1985, № 6, с. 95–101.
522. *Якобсон К. Э., Кузнецова М. Ю., Станковский А. Ф.* и др. Рифей Зимнего Берега Белого моря // Сов. геология, 1991, № 11, с. 44–48.
523. *Ясюлевич Н. Н., Золотов Е. Е., Ракитов В. А. и др.* Сейсмологический разрез земной коры Северной Карелии по профилю 1-ЕВ (участок Кандалакша–Лоухи–Кемь) // Геофизика XXI столетия: 2001 г. – М., 2001, с. 60–63.
524. *Alexejev N., Huhma H., Belytsky B., Balagansky V.* Sm-Nd Grt-Wr ages on the Kolvitsa-Umba zone and Pongoma area, Belomorian-Lapland belt, Baltic Shield, Russia. Abstr. SVEKALAPKO. Lammi. P. 1, 1999.
525. *Amelin Yu. V., Heaman L. M., Semenov V. S.* U-Pb geochronology of layered mafic intrusions in the eastern Baltic Shield: implications for the timing and duration of Paleoproterozoic continental rifting // Precambrian Res., 1995, vol. 75, p. 31–46.
526. *Arzamastsev A., Belyatsky B.* Highly depleted Archaean mantle beneath the Kola part of Fennoscandian Shield: Evidence from Sr-Nd isotope studies of the mantle nodules. SVEKALAPKO an EUROPROBE project. 2<sup>nd</sup> Workshop. Lammi, Finland, 27–30.11.1997 // Abstract. University Oulu, Dep. Geophys., Rep. № 21, 1997, p. 13.
527. *Balagansky V. V., Timmerman M. J., Kozlova N. Ye., Kislitsyn R. V.* A 2.44 Ga syn-tectonic mafic dyke swarm in the Kolvitsa Belt, Kola Peninsula, Russia: implications for the early Palaeoproterozoic tectonics in the north-eastern Fennoscandian Shield // Precambrian Res., 2001, vol. 105, N 2–4, p. 269–287.
528. *Balashov Yu. A., Mitrofanov F. P., Balagansky V. V.* New geochronological data on Archaean rocks of the Kola peninsula // Correlation of Precambrian formations of the Kola-Karelian region and Finland. Apatity, 1992, p. 13–34.
529. *Balashov Yu. A., Bayanova T. B., Mitrofanov F. P.* Isotope data on the age and genesis of layered basic-ultrabasic intrusions in the Kola Peninsula and northern Karelia, northeastern Baltic Shield // Precambrian Res., 1993, vol. 64, N 1–4, p. 197–205.
530. *Bayanova T. B., Voloshin A. V.* U-Pb dating of zircon megacrysts (8 cm) from amazonite and pegmatite of Mt. Ploskay, Baltic Shield // Abstr. EUG-10. Strasbourg, 1999, p. 153.
531. *Beard A. D., Downes H., Hedger E., Sablukov S. M., Vetrin V., Balogh K.* Mineralogy and geochemistry of Devonian ultramafic minor intrusions of the southern Kola Peninsula, Russia: implications for the petrogenesis of kimberlites and melilitites // Contrib. mineral., petrol., 1998, 130, p. 288–303.
532. *Borisova E. Yu., Bibikova E. V., Lvov A. B.* et al. U-Pb age and nature of magmatic complex of Seryak Lare (Belomorian Mobile Belt, Baltic Shield) // Terra Nova, 1997, vol. 9, Abstract supplement, N 1, p. 132.

533. Continental shelves: sea levels and environments contributions from 17 INQUA Congress, Cairns; INQUA Commission on Coastal and Marine Processes, and International Geoscience Programme Project 526 // Quaternary International, V. 206, 1 Sept, 2009, p. 3–15.

534. *Eiliv Larsen et al.* Age and extent of the Scandinavian ice sheet in northwest Russia, *Boreas* 28 (1999), p. 115–132.

535. *Ekman I. M., Ilyin V. A.* Deglaciation, the Younger Dryas and moraines and their correlation in the Karelian A. S. S. R. and adjacent areas // *Geol. Surv. Finland. Opas-guide* 32. Espoo 1991, p. 73–99.

536. *Ekman I. M., Ilyin V. A., Lukashov A. D.* Deglaciation of the late ice sheet on the territory of Karelian ASSR // *Glacial deposits and glacial history in Eastern Fennoscandia*. Apatity, Kola Branch of the USSR Academy of Sciences, 1981, p. 103–117.

537. Environmental geochemical atlas of the central Barents region: Kola Project 1992–1996, NGU-GTK-CKE spec. publ., 745 p., 1998.

538. *Evzerov V. J., Koshechkin B. J.* Kola peninsula till stratigraphy // *Prospecting in areas of glaciated terrain*. London, 1977, p. 30–33.

539. *Kislitsyn R. V., Balagansky V. V., Manttari I., Timmerman M. J., Daly J. S.* Age of accretion and collision in the Palaeoproterozoic Lapland-Kola orogen: new isotope evidence from the Kolvitsa belt and the Umba granulite terrane. Svecalpacko an Europrobe project. Lammi, 1999, Abstracts, p. 33.

540. *Kontinen A.* An early Proterozoic ophiolite – the Jormua mafic-ultramafic complex, northeastern Finland/ *Precambrian Res.*, 1987, 35, p. 313–341.

541. *Kramm U., Kogarko L. N., Kononova V. A., Vartiainen H.* The Kola alkaline province of the CIS and Finland: precise Rb-Sr ages define 380–360 Ma age range for all magmatism // *Lithos*, 1993, vol. 30, p. 33–44.

542. *Kramm U., Kogarko L. N.* Nd and Sr isotope signatures of the Khibina and Lovozero apatitic centres, Kola Alkaline Province, Russia // *Lithos*, 1994, vol. 32, p. 225–242.

543. *Krasnova A. F., Gooskova E. G.* The paleomagnetic constraints of the Early Proterozoic crustal evolution of the eastern part of the Baltic shield // *Precambrian of Europe: stratigraphy, structure, evolution and mineralization*. MAEGS-9, Abstr. St. Petersburg, 1995, p. 58.

544. *Lauerma R.* Sallan diabaasijuoet. // *Geological Survey of Finland. Report of Investigation* 76, 1987, p. 185–187.

545. *Lobach-Zhuchenko S. B., Chekulaev V. P., Ivanikov V. V., Kovalenko A. V., Bogomolov E. S.* Late Archaean high-Mg and subalkaline granitoids and lamprophyrics as indicators of gold mineralisation in Karelia (Baltic Shield), Russia // *Ore-bearing granites of Russia and adjacent countries* / A. A. Kremenetsky, B. Lehman, R. Seltman (eds.). Moscow, IMGRE, 2000, p. 193–211.

546. *Mitrofanov F. P., Balagansky V. V., Balashov Yu. A.* et al. U-Pb age of gabbro-anorthosite massifs in the Lapland Granulite Belt // *Nor. Geol. Unders. Spec. Publ.* 7, 1995, p. 179–183.

547. *Munz I. A., Wayne D., Austrheim H.* Retrograde fluid infiltration in the high-grade Modum complex, South Norway: evidence for age, source and REE mobility. – *Contrib. Miner. Petrol.*, 1994, v. 116, p. 32–56.

548. *Munz I. A.* Whiteschists and orthoamphibole-cordierite rocks and the P-T-t path of the Modum complex, South Norway. – *Lithos*, 1990, v. 24, p. 181–200.

549. *Nitkina E. A., Apanasevich E. A., Bayanova T. B.* Geochronological evidence of the complex nature of the Archaean Kanozero alkaline granites, Baltic Shield (Russia) // *Goldschmidt Conference, 2004, Abs. Vol.*, P. A720.

550. *Puchtel I. S., Hofmann A. W., Jochum K. P., Mezger K., Shchipansky A. A., Samsonov A. V.* The Kostomuksha greenstone belt, NW Baltic Shield: remnant of a late Archaean oceanic plateau? // *Terra Nova*, 1997, N 9, p. 87–90.

551. *Rainio H.* The Younger Dryas Ice – marginal formations of southern Finland/ *Opas-guide* 32. Espoo 1991, p. 25–72.

552. *Ryberg T., Egorkin A. V., Fuchs K. and Solodilov L. N.* Observation of high-frequency teleseismic Pn on the long-range Quartz profile across northern Eurasia. *J. Geophys. Res.* 1995, v. 100, № 89, p. 18151–18163.

553. *Ryberg T., Wenzel F., Mechie J. et al.* Two-dimensional velocity structure beneath Northern Eurasia derived from long-range seismic profile Quartz. – *Bull. Seismol. Soc. Am.* 1996, v. 86, № 3, p. 857–867.

554. *Saarnisto M.* Chronologi of the salpausselka end moraines in Finland, and the fluctuation of Baltic Yce Lake levels // *Geol. Surv. Finland. Opas-guide 32.* Espoo 1991, p. 7–23.

555. *Siegert M. J., J. A. Dowdeswell.* Numerical reconstruction of the Eurasian Ice Sheet and climate during the Late Weichselian. *Quaternary science reviews*, V. 23, № 11–13, 2004, p. 1273–1283.

556. *Spielhagen R. F. et al.* Arctic Ocean deep-sea record of northern Eurasian ice sheet history. *Quaternary science reviews*, V. 23, № 11–13, 2004, p. 1455–1483.

557. *Timmerman M. J., Daly J. S.* Sm-Nd evidence for late Archaean crust formation in the Lapland-Kola Mobile Belt, Kola Peninsula, Russia and Norway // *Precambrian Res.*, 1995, 72, p. 97–107.

558. *Vuollo J., Kamo S., Mertanen S., Halls H., Stepanov V., Nykanen V., Pesonen L.* U-Pb Geochronology and Paleomagnetism of Mafic Dyke Swarms in the Fennoscandian Shield: a Canadian Shield Connection // *III Dykes Simposium.* Israel, 1995.

### **Фондовая**

559. *Астафьев Б. Ю., Воинова О. А., Воинов А. С., Калинин А. А.* Информационный отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Оценка металлогенической значимости региональных метасоматитов Кольского региона». Фонды ОАО «ЦКЭ», Мончегорск, 2003.

560. *Афанасьева Е. Н. и др.* Отчет по теме «Составление прогнозно-металлогенической карты золотоносности Республики Карелии, масштаб 1 : 500 000 с врезками карт масштаба 1 : 200 000–1 : 50 000». – СПб., 1998. ФГУ СЗРФГИ, № 26880.

561. *Ахмедов А. М. и др.* Оценка перспектив золотоносности зеленокаменных поясов архея России. – СПб., 1998. Фонды ВСЕГЕИ.

562. *Басков Е. А., Неизвестнов Я. В.* Гидрогеохимическая карта шельфа Западноарктических морей СССР. Масштаб 1 : 5 000 000. Отчет по теме «Совершенствование принципов и методики гидрогеохимического картографирования (с составлением макетов)». Т. II. 1983. Фонды ВСЕГЕИ.

563. *Безруков В. И. и др.* Отчет о результатах общих поисковых работ на золото в центральной и восточной частях Куолярвинского синклиория в 1984–1989 гг. – Л., 1989, ФГУ СЗРФГИ, № 25931.

564. *Безруков В. И. и др.* Отчет о результатах тематических работ по оценке перспективности местной минерально-сырьевой базы на нетрадиционные для горнодобывающей промышленности Мурманской области рудные и нерудные полезные ископаемые и по пополнению дежурных регистрационных карт полезных ископаемых Кольского полуострова. Мончегорск, 1998. ФГУ, № 5215.

565. *Беляев Г. М., Гуляева Н. Г.* Отчет по объекту: «Многоцелевые прогнозно-геохимические работы масштаба 1 : 1 000 000 на листах L-52, Q-35 36,...». Т. 8. Кн.2. Графические приложения. Прил. 9, лист 1.). ИМГРЭ. 2004.

566. *Беляева Т. В.* Анализ состояния сырьевой базы песка и ПГМ Мурманской области по состоянию на 1.01.1997 г. – Апатиты, 1998. ФГУ, № 5235.

567. *Бичук Н. И. и др.* Отчет по теме «Переоценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Мурманской области по состоянию на 1.01.1998 г.». – Апатиты, 1998, ФГУ, № 5266.

568. *Богачев В. А., Легкова В. Г. и др.* Легенда Балтийской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение). СПб., 2000.

569. *Богачев В. С. и др.* Региональный металлогенический анализ восточной части Балтийского щита и его склонов на основе рудно-магматических систем. СПб., 2000. ФГУ СЗРФГИ.

570. *Богуславский Г. С., Богданов Н. А. и др.* Отчет о результатах разведочных работ, проведенных в 1966–1981 гг. на месторождении Слюдяной Бор в Беломорском районе КАССР с подсчетом запасов мусковита и кварц-полевошпатового сырья по состоянию на 1.01.1982 г. – Петрозаводск, 1982. ФГУ СЗРФГИ, № 24257.

571. *Бутылин В. П.* и др. Морские геологические исследования с целью разработки и совершенствования инженерно-геологических методов при геологической съемке шельфа. – Л., ВСЕГЕИ, 1984.

572. *Воинова О. А., Астафьев Б. Ю.* Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка региональной корреляционной схемы метасоматоза; составление карты средне- и низкотемпературных метасоматитов раннего докембрия Карелии масштаба 1 : 1 000 000». – СПб, 1999. ФГУ СЗРФГИ.

573. *Гаскельберг В. Г. и др.* Сводный отчет о геологическом доизучении Кейвской структуры и составлении обновленной геологической карты масштаба 1 : 200 000; поисково-разведочных и ревизионных работах на слюду-мусковит в Центральном слюдоносном районе, проведенных Кейвской и Восточно-Понойской партиями в 1971–1978 гг. в Ловозерском районе Мурманской области в пределах листов Q-36-VI, Q-I-IV, VII-XI. – Апатиты, 1978. ФГУ СЗРФГИ, № 23333.

574. *Гаскельберг Л. А. и др.* Составление геологической карты Карело-Кольского региона и северо-запада Восточно-Европейской плиты масштаба 1 : 500 000. – Л., 1988. ФГУ СЗРФГИ, № 25809.

575. *Глазунов В. М. и др.* Отчет о результатах детальных поисков и поисково-оценочных работ на ограночный и коллекционный корунд в Северной Карелии в 1984–1985 гг. (объект «Пулонга»). – Л., 1985. ФГУ СЗРФГИ, № 24808.

576. *Гольдберг Ю. И. и др.* Отчет по геологическому доизучению Имандра-Варзугской структурной зоны в масштабе 1 : 200 000 и проведению геохимических поисков в масштабе 1 : 100 000 за 1974–1978 гг. в Кирово-Апатитском, Ловозерском и Терском районе Мурманской области. – Апатиты, 1978. ФГУ СЗРФГИ, № 23320.

577. *Грищенко Т. С.* Отчет о предварительной и детальной разведке месторождения облицовочных габбро-норитов Ена-2, проведенных в Мурманской области в 1992–1996 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.1997. – Апатиты, 1997. ФГУ, № 5207.

578. *Грищенко Т. С.* Отчет о результатах предварительной и детальной разведки месторождения Ловчорр (облицовочный камень), проведенной в Мурманской области в 1996–1998 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 1.12.1998. – Апатиты, 1998. ФГУ, № 5358.

579. *Гуревич В. И., Яковлева Т. М.* Обзор промышленных вод Северо-Запада РСФСР. – Л., 1961. ФГУ СЗРФГИ, № 16706.

580. *Гурьянов К. Ф. и др.* Обзор сырьевой базы цветных камней Мурманской, Архангельской областей и Карельской АССР. – Л., 1971. ФГУ СЗРФГИ, № 21291.

581. *Даин А. Д.* Отчет о результатах поисковых работ на золото, проведенных в пределах золоторудных проявлений юго-восточной части Куоляярвинского синклинория в 1972–1975 гг. – Апатиты, 1975. ФГУ, СЗРФГИ, № 22508.

582. *Даин А. Д., Ремизова А. М. и др.* Отчет по глубинному геологическому картированию, геологическому доизучению масштаба 1 : 50 000 и поискам медно-никелевых руд, меди и золота в пределах Центрального блока Имандра-Варзугской структуры на площади 2400 км<sup>2</sup> в 1978–1984 гг., Мончегорск, 1984. ФГУ СЗРФГИ, № 24667.

583. *Даркшевич О. Я. и др.* Отчет о проведении групповой геологической съемки масштаба 1 : 50 000, геологического доизучения масштаба 1 : 50 000 и поисков железных руд,

апатита, цветных и редких металлов на площади 5000 км<sup>2</sup> в зоне сочленения Кейвского, Контозерского и Колмозерского разломов и составление регистрационной карты полезных ископаемых и карты прогнозов м-ба 1:200 000 Мурманского блока гранитоидов на площади 30 000 км<sup>2</sup> за 1976–1981 гг. – Мончегорск, 1982. ФГУ СЗРФГИ, № 24081.

584. *Дверницкий Б. Г. и др.* Отчет по массовым поискам, проведенным СЗТГУ в 1982 г. – Л., 1982. ФГУ СЗРФГИ.

585. *Дверницкий Б. Г. и др.* Отчет по массовым поискам, проведенным СЗТГУ в 1983 г. – Л., 1983. ФГУ СЗРФГИ.

586. *Дверницкий Б. Г. и др.* Отчет по массовым поискам, проведенным СЗТГУ в 1987 г. – Л., 1987. ФГУ СЗРФГИ.

587. *Дуракова А. Б., Семенова Л. Р.* Государственная геологическая карта масштаба 1:50 000, Кировский территориально-промышленный район. Хибинская группа листов (Q-36-7-Б, В, Г; Q-36-8-А, Б, В, Г; Q-36-9-А, В, Г; Q-36-19-Б; Q-36-20-А, Б; Q-36-21-А). Мончегорск, 1994.

588. *Дуракова А. Б. и др.* Отчет геологосъемочной партии № 2 о результатах полистной геологической съемки и геологического доизучения с общими поисками масштаба 1:50 000 обрамления Хибинского массива на площади 520 км<sup>2</sup>, проведенных в 1985–1989 гг. – Мончегорск, 1989. ФГУ СЗРФГИ, № 25918.

589. *Жданова Т. П. и др.* Изучение перспектив золотоносности Кольского полуострова. Отчет по теме № 91–2/43д. ЦНИГРИ. – М., 1972. ФГУ СЗРФГИ, № 21825.

590. *Журавлев В. А.* (отв. исп.), *Павлов С. П., Шлыкова В. В. и др.* Морские работы (сейсморазведка МОВ–ОГТ, надводные гравиметрические наблюдения, дифференциальные гидромагнитные наблюдения, непрерывное сейсмоакустическое профилирование) в Беломорском секторе геотраверза 3-АР с целью прогноза минерально-сырьевого потенциала шельфа Белого моря. Отчет по договору с ФГУНПП «Севморгео» в рамках объекта «Изучить глубинное строение Баренцево-Карской плиты на основе результатов комплексных геофизических (сейсморазведочных МОВ ОГТ, КМПВ, ГСЗ, гравиметрических, магнитометрических) исследований на опорных профилях». Кн. 2. – Мурманск, 2005. Фонды МАГЭ,

591. *Зак С. И.* др. Отчет о поисково-разведочных работах в районе Елетьозерского титанового месторождения в 1954–1956. СЗРГЦ, 1957.

592. *Заррина Е. П.* (отв. исп.). Обновленный вариант сводной стратиграфической схемы четвертичных отложений севера и северо-запада востока Европейской платформы. СПб., 1999.

593. *Иванов Н. М., Корсакова М. А. и др.* Типизация зеленокаменных поясов Карело-Кольского региона и оценка перспектив их рудоносности. – Л., 1989. ФГУ СЗРФГИ.

594. *Казаков Н. В.* Отчет о результатах поисково-оценочных работ на хромовые руды и другие полезные ископаемые на участке Большая Варака. – Мончегорск, 1996. ФГУ.

595. *Казаков Н. В.* (отв. исп.) Геологическое строение и полезные ископаемые междуречья рр. Оленица–Варзуга. Отчет геологосъемочной партии № 2 о результатах геологической съемки с общими поисками м-ба 1:50 000, проведенных в 1989–1991 гг. на Кузоменьской площади (1740 км<sup>2</sup>). – Мончегорск, 1991.

596. *Казаков Н. В.* Отчет о результатах поисково-разведочных работ на месторождении кирпичных суглинков Ермаковское в Терском районе Мурманской области, проведенных в 1992–1993 гг. – Мончегорск, 1993. ФГУ, № 4380.

597. *Калинкин М. М., Зыков И. М. и др.* Отчет по опережающим геохимическим работам в Кицко-Япомской зоне и геологическому изучению трубок взрыва. Мончегорск, 1988. ФГУ СЗРФГИ, № 25780.

598. *Калуга А. М., Тельнов В. А. и др.* Отчет о результатах поисков месторождений медно-никелевых руд на Панско-Федоровском массиве, проведенных в 1986–1989 гг. – Никель, 1990. ФГУ СЗРФГИ, № 26044.

599. *Капралов А. А.* Поисково-оценочные работы и предварительная разведка месторождений кирпичных суглинков Каленгозерский Ручей в Терском районе Мурманской области. – Апатиты, 1992. ФГУ, № 4375.

600. *Карпотенков В. Н.* Отчет о результатах поисковых, поисково-оценочных работ (месторождение Кюля-Ваара) на Ковдорской группе массивов основных–ультраосновных пород (облицовочный камень) в 1990–1992 гг. – Мончегорск, 1993. ФГУ СЗРФГИ, № 26314.

601. *Кириллов А. И.* Отчет о результатах поисково-оценочных работ на апатит в пределах Елетьозерского и Тикшеозерского массивов за 1977–1991 гг., 1981.

602. *Климентьев В. Н. и др.* Отчет о результатах геолого-минералогического картирования на никель и платиноиды масштаба 1 : 200 000 на территории Мончегорского рудного района площадью 5030 км<sup>2</sup> в рамках листов R-36-125-B, -137, -138, -139; Q-36-5, -7-AB, 17-AB, -18-AB. – Мончегорск, 1998. ФГУ СЗРФГИ, № 26885.

603. *Клюнин С. Ф., Апухтин Н. И. и др.* Отчет Верхне-Варзугской партии о результатах геологосъемочных работ масштаба 1 : 50 000, проведенных в 1972–1973 гг. в верховьях р. Варзуги. – Апатиты, 1974. ФГУ СЗРФГИ, № 22265.

604. *Клюнин С. Ф., Апухтин Н. И. и др.* Отчет Сергозерской партии о результатах групповой геологической съемки масштаба 1 : 50 000, проведенной в 1974–1977 гг. в районе среднего течения р. Варзуги. – Апатиты, 1978. ФГУ СЗРФГИ, № 23270.

605. *Клюнин С. Ф., Паничев В. В., Петров Б. В. и др.* Геологическое строение и полезные ископаемые Панаярвинской зоны и ее обрамления. Отчет о результатах групповой геологической съемки масштаба 1 : 50 000, литологических общих поисков масштаба 1 : 100 000 и общих поисков масштаба 1 : 10 000–1 : 25 000 апатитовых руд (Северо-Карельский объект). – Мончегорск, 1987. ФГУ СЗРФГИ, № 25652.

606. *Колесников Г. П. и др.* Отчёт о геологосъемочных и поисковых работах на никель, проведенных Южно-Ловозёрской группой партий в Кировском и Ловозёрском районах в 1960–1963 гг. 1963, ТГФ.

607. *Коровкин В. А., Турылева Л. В.* Карта прогнозных ресурсов Северо-Запада РФ. 1994. ФГУ СЗРФГИ, № 26524.

608. *Корсакова М. А., Иванов Н. М., Дударева Г. А.* Отчет о результатах прогнозно-поисковых работ на платиноиды и никель по листам Q-36-XXV, XXVI (Костомукшская площадь). ФГУ СЗРФГИ. 2005.

609. *Корсакова М. А., Иванов Н. М., Легкова В. Г., Дударева Г. А.* Легенда Карельской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1 : 200 000 (изд. 2-е). – СПб., Севзапгеология, 1997. 81 с.

610. *Коссовой Л. С.* (отв. исп.), *Буданов Г. Ф., Бызер М. Б. и др.* Комплексное изучение материалов параметрического бурения с целью оценки перспектив нефтегазоносности Мезенской впадины и северной части вала Сорокина Тимано-Печорской провинции. – Л., ВНИГРИ, 1979.

611. *Кудлаева А. Л., Рубинраут Г. С. и др.* Отчет «Типы и генезис рельефа Мурманской области», ТГФ, 1982.

612. *Легкова В. Г. и др.* Карта четвертичных отложений Северо-Запада Российской Федерации масштаба 1 : 500 000. Подготовка к изданию комплекта карт (геологической, геоморфологической, четвертичных отложений и прогнозных ресурсов). 1994. ФГУ СЗРФГИ.

613. *Лесохин С. Б.* Отчет о результатах предварительной разведки подземных вод г. Ковдора и Ковдорского ГОКа за 1981–1984 гг. с подсчетом запасов на 1.01.1984 г. Ковдор, 1984. ФГУ СЗРФГИ, № 24551.

614. *Лыгалова Л. В.* Предварительная и детальная разведка Сормозерского месторождения гранодиоритов для производства облицовочных изделий в Мурманской области. Отчет партии стройматериалов о геологоразведочных работах, проведенных в 1990–1991 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.1991. СПб, 1991. ФГУ СЗРФГИ, № 26231.

615. Макаревич В. Н. (отв. исп.), Жарков А. М., Баженова Т. К. и др. Прогнозная оценка нефтегазоносности Мезенской синеклизы и Предтимаанского прогиба. – ВНИГРИ, 2001.
616. Мальшев В. П., Турылева Л. В. и др. Отчет по теме «Составление прогнозно-металлогенических карт на железные руды Карело-Кольского региона». 1985. ФГУ СЗРФГИ, № 24917.
617. Мильштейн Е. Д., Петров Б. В. (отв. исп.). Отчет «Развитие методологических основ и технологий геологической интерпретации глубинных геофизических данных на опорных и региональных профилях с созданием специализированной геолого-картографической продукции и переоценки минерагенического потенциала территорий. СПб, 2007. ФГУП ВСЕГЕИ.
618. Михайлюк Е. М. и др. Отчет по теме: Составление прогнозно-металлогенической карты масштаба 1 : 50 000 на площадь Костомукшского железорудного района. – Петрозаводск, 1980. ФГУ СЗРФГИ, № 23791.
619. Мокроусов В. П. и др. Отчет специализированной ревизионной партии № 106 по массовым поискам за 1960 г. – Л., 1961. ФГУ СЗРФГИ, № 16724.
620. Москаленко П. Е. и др. Опытные-методические морские геологосъемочные работы с целью усовершенствования геоморфологических методов исследований при геологической съемке шельфа масштаба 1 : 200 000. – Л., ВСЕГЕИ, 1985.
621. Николаев Ю. Т. и др. Геолого-минералогическое картирование масштаба 1 : 200 000 Западной Карелии. Редкометалльное оруденение. Листы Q-35-XXIX, XXX; Q-36-XIX, XX, XXV, XXVI, XXXI, XXXII; P-36-1-4. 1985–1990 гг. М., 1990. ФГУ СЗРФГИ, № 26023.
622. Отчетные балансы предприятий по общераспространенным полезным ископаемым (форма 5ГР) за 1998 г. – Апатиты, 1999. ФГУ, № 5342.
623. Паничев В. В. (отв. исп.). Отчет о производстве геологического доизучения м-ба 1 : 50 000 с общими поисками на площади 2545 км<sup>2</sup> в пределах Печенгской структуры и ее обрамления в пределах листов R-35-96Г; -108Б; R-36-85В, Г; -86В, Г; -87В; -97А, -Б; -98А, Б, В, Г; -99А, Б. – Мончегорск, 1995. АОО ЦКЭ.
624. Пименов Б. А. и др. Отчет по теме «Количественная оценка прогнозных ресурсов углеводородов Мезенской синеклизы». РАН, Уральское отделение Коми НЦ, Институт геологии, 1994.
625. Плешкова К. З. Отчет Беломорской партии о результатах поисково-оценочных и разведочных работ на строительный камень на месторождении гнейсо-гранитов Чуккури-Гора (Сосновецкое) в Беломорском районе КАССР в 1989–1990 гг. – Петрозаводск, 1991. ФГУ СЗРФГИ, № 26185.
626. Поляков И. В. Информационный отчет о поисковых работах, выполненных в юго-восточной и юго-западной (Зареченская площадь) частях Кольского полуострова в 2000–2002 гг. Текст отчёта. – Мончегорск, 2002. Фонды ОАО «ЦКЭ».
627. Проскурнина В. П. и др. Отчет по работе: «Составление сводной геологической карты масштаба 1 : 50 000 Енского и Чупино-Лоухского слюдоносных районов». 1979. ФГУ СЗРФГИ, № 23552.
628. Ремизова А. М., Семенова Л. Р. Сводная легенда четвертичных отложений Кольской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1 : 200 000 (новая серия), 1994.
629. Ремизова А. М. (отв. исп.). Отчет по составлению сводной легенды Кольской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1 : 200 000 (новая серия). – Мончегорск, АООТ ЦКЭ, 1994.
630. Родионов В. С. Отчет о поисках и оценке кварцевых жил, перспективных для производства специальных кварцевых изделий в северных районах Карелии в 2004 г. ФГУ «ГФИ по Республике Карелия». 2005.
631. Рубинраут Г. С. Отчет о работах по доизучению распределения полезных минералов в рыхлых отложениях восточной части Кольского полуострова, проведенных Лебяженской партией в 1968–1972 гг. – Апатиты, 1972.

632. Руденко Г. В., Кисилева Е. Н. и др. Объяснительная записка к Прогнозной карте Карело-Кольского региона масштаба 1:500 000 на фосфатное сырье. Отчет по теме «Составление прогнозной карты СССР масштаба 1:500 000 на фосфатное сырье». Раздел Карело-Кольский регион. – Л., 1978. ФГУ СЗРФГИ, № 23362.

633. Руденко Д. Г., Журавлев В. А. Отчет по научно-исследовательской работе «Эволюция и рудоносность щелочного магматизма восточной части Балтийского щита». СПб., 2000. ФГУ СЗРФГИ.

634. Руденко Д. Г. и др. Сводный отчет по теме «Прогнозно-поисковые комплексы по основным видам минерального сырья». – Петрозаводск, 1991. ФГУ СЗРФГИ, № 26151.

635. Рыбалко А. Е. и др. Опыттно-производственные морские геологосъемочные работы с целью апробации методики геологической съемки и поисков полезных ископаемых на прибрежном шельфе северо-западных морей СССР. – Л., ВСЕГЕИ, 1979.

636. Рыбалко А. Е. и др. Опыттно-производственные морские геологосъемочные и поисковые работы на северо-западных шельфах СССР с целью разработки методики литологического картирования поверхности морского дна. – Л., ВСЕГЕИ, 1982.

637. Салтыкова Т. Е. и др. Отчет о геологосъемочных работах масштаба 1:50 000, проведенных в Западно-Карельской синклинойной и Центрально-Карельской антиклинойной зонах. – Л., 1975. ФГУ СЗРФГИ, № 22597.

638. Саморуков Н. М. и др. Отчет по теме «Оценка перспектив золотого оруденения жильного и прожилково-вкрапленного типа зеленокаменных структур Карело-Кольского региона». – Л., 1985. ФГУ СЗРФГИ, № 24910.

639. Саморуков Н. М., Иванов А. А. Условия локализации и критерии прогнозирования золотого оруденения в конгломератах восточного борта Янгозерской и в кварцевых жилах Куолярвинской структур (участок Майский). – Л., 1989. ФГУ СЗРФГИ, № 25915.

640. Сафронова Г. П., Богачев А. И. Щелочные комплексы Карелии, их рудоносность и локальное прогнозирование (Северная Карелия, Приладожье). Промежуточный отчет. – Петрозаводск, ИГ КарФАН СССР, 1988.

641. Селивановская Е. Е., Назаренко Г. А. и др. Отчет о поисково-ревизионных работах на золото, проведенных Пурначской партией в 1967–1970 гг. в Мурманской области. – Апатиты, 1971. ФГУ СЗРФГИ, № 21406.

642. Семенов В. В. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые верхневьер пр. Стрельна, Чапома, Пулонга. Отчет Восточно-Кольской партии о результатах геологосъемочных работ масштаба 1:50 000 с общими поисками на площади 350 км<sup>2</sup> и поисков масштаба 1:25 000 на площади 65 км<sup>2</sup>, проведенных в пределах восточного блока Имандра-Варзугской структурной зоны и ее обрамления. – Мончегорск, 1988. ФГУ СЗРФГИ, № 25808.

643. Соколова В. Б., Ядута В. А. и др. Отчет по теме «Составление аэрофотоструктурной карты Карело-Кольского региона в м-бе 1:500 000 (2-я очередь): Аэрофотоструктурная карта Карельской АССР м-ба 1:500 000». 1981, ТГФ.

644. Соколова В. Н. и др. Отчет о геологосъемочных и поисковых работах на никель, проведенных Полисарской партией в Ловозерском и Терском районах в 1962–1963 гг., 1964, ТГФ.

645. Спиридонов М. А. и др. Опыттно-производственные геологические и поисковые работы на прибрежном шельфе Кольского полуострова с целью оценки перспектив этой подводной территории на россыпи. Т. II. Фонды ВСЕГЕИ, 1972.

646. Стариков Ю. И. Отчет о результатах детальных поисковых работ на коллекционное сырье, проведенных в Карело-Кольском регионе (объект «Хитостров») за 1978–1980 гг. – Л., 1980. ФГУ СЗРФГИ, № 23661.

647. Сухарев М. А., Геллер Ю. М., Сидоров А. С. и др. Отчет по теме «Оценка перспектив редкометалльной минерализации гранитоидов района озер Идель–Хижозеро (Центральная Карелия), ревизионно-опробовательные работы». 1972. Фонды ПГО «Севзапгеология».

648. Тимофеев и др. Отчет о результатах аэрофотогеологического картирования масштаба 1 : 50 000 Восточно-Карельской структурной зоны и ее обрамления в 1974–1983 гг. – Петрозаводск, 1989. ФГУ СЗРФГИ.

649. Тихонов Н. В., Ганжарова С. Н. Отчет о результатах поисков железистых кварцитов на Большезерской площади в пределах Западно-Карельской структурной зоны в 1980–1982 гг. 1983. ФГУ СЗРФГИ, № 24285.

650. Торфяные месторождения Карельской АССР. – М., 1979. ФГУ СЗРФГИ.

651. Торфяные месторождения Мурманской области. Обзорная карта масштаба 1 : 750 000. – М., 1973. ФГУ СЗРФГИ.

652. Увадьев Л. И. и др. Целенаправленное изучение платформенного этапа развития Карело-Кольского региона. Отчет по теме Б.11.1/601(6) за 1985–1989 гг. – Л., 1989. ФГУ СЗРФГИ, № 25932.

653. Ушков В. В. и др. Отчет о результатах ревизионных работ по оценке перспектив золотоносности зеленокаменных толщ протерозоя Карелии. – Петрозаводск, 1982. ФГУ СЗРФГИ, № 24153.

654. Ушков В. В., Леонтьев А. Г. и др. Отчет о поисково-ревизионных работах по изучению рудоносности кварцевых конгломератов Карелии за 1983–1984 гг. 1984. ФГУ СЗРФГИ, № 24540.

655. Холодилов Н. Р. и др. Отчет о результатах поисковых работ на апатит и другие полезные ископаемые в пределах Тикшеозерской группы массивов Северной Карелии за 1985–1988 гг. Лист Q-36-XIV, 1988.

656. Чалых Е. Д. и др. Отчет Колвицкой партии о результатах геологосъемочных работ масштаба 1 : 500 000, проведенных в 1962–1965 гг. в районе Колвицких и Кандалакшских тундр (Мурманская обл., Кандалакшский, Терский, Кировский районы). – Л., 1967. ФГУ СЗРФГИ, № 20178.

657. Чалых Е. Д., Колпаков Н. И. и др. Отчет по составлению геолого-структурной и прогнозной на никель карт масштаба 1 : 50 000 Печенгско-Аллареченского района. – Л., 1976. ФГУ СЗРФГИ, № 22860.

658. Черемхина Г. М., Степанов В. П., Румянцева Т. А., Щипанов М. А. Геологическая карта полуострова Канин масштаба 1 : 500 000. – Архангельск, ЗАО «Архангельскгеолразведка». 1999.

659. Чувардинский В. Г. и др. Отчет о результатах поисков медно-никелевых руд и других полезных ископаемых в зоне Кандалакшского грабена в 1985–1988 гг. 1989. ФГУ СЗРФГИ, № 25830.

660. Шлайфитейн Б. А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые северо-западной части Кольского полуострова. Отчет Колмозерской геологосъемочной партии о результатах геологического доизучения в м-бе 1 : 200 000 северо-западной части Кольского полуострова за 1981–1987 гг. – Мончегорск, 1987. ФГУ СЗРФГИ, № 25655.

661. Шрамко Г. М. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ в пределах западной и северной частей Костомукшского рудного поля. – Петрозаводск, 1977. ФГУ СЗРФГИ.

662. Щипцов В. В., Родионов В. С. Отчет о проведении в 1995–1997 гг. прогнозно-минерагенического изучения Республики Карелия в масштабе 1 : 1 000 000 с целью выявления объектов, перспективных на минеральное сырье для производства специальных кварцевых изделий. – Петрозаводск, 1998. Фонды СГПЭ.

663. Шукин И. А., Ширококов В. Н. и др. Отчет о тематических работах «Анализ и обобщение геолого-геофизических материалов, составление структурных карт, карты нефтегазогеологического районирования по территории Мезенской синеклизы». ЗАО «Архангельскгеолразведка», 1996.

664. Эйхгорн Г. Л. и др. Опытно-производственные морские геологосъемочные работы в среднем и крупном масштабах с целью разработки критериев оценки перспектив для

прибрежных акваторий на подводные россыпи (прибрежный шельф Кольского полуострова). – Л., Фонды ВСЕГЕИ, 1976.

665. Юдин С. Н., Щукин О. Н., Ярцев В. М. и др. Отчет по групповой съемке масштаба 1 : 50 000 Парандово-Надвоицкого синклинория и его обрамления, проведенный Надвоицким отрядом в Беломорском и Сегежском районах КАССР. – Л., 1985. ФГУ СЗРФГИ.

666. Юдин С. Н., Щукин Д. Н. и др. Отчет по групповой геологической съемке, геологическому доизучению м-ба 1 : 50 000 и оценка перспектив золотоносности Лехтинской структуры и ее обрамления в Беломорском и Кемском районах КАССР, проведенных Лехтинским отрядом в 1975–1981 гг. – Петрозаводск, 1981. ФГУ СЗРФГИ, № 23910.

667. Ядута В. А. и др. Отчет по теме «Разработка и внедрение комплекса методов геоморфологических исследований при ГСР-50 и 200 применительно к территории деятельности СЗГП». 1993. ФГУ СЗРФГИ.

668. Язов Ю. М. Отчет о комплексной оценке природных лечебных ресурсов (минеральные воды, лечебные грязи, ландшафты, климат) Мурманской области с целью обеспечения ими лечебно-профилактических учреждений и выбора объектов нового освоения (стадия общих поисков). – М., 1991. ФГУ СЗРФГИ, № 26126.

**Каталог объектов полезных ископаемых и их прямых признаков, показанных на карте полезных ископаемых листа Q-(35), 36 – Апатиты  
Госгеолкарты РФ масштаба 1:1 000 000**

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое           | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта   | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ</b> |                               |                                             |                                                |                                      |
| <b>Черные металлы</b>           |                               |                                             |                                                |                                      |
| <b>Железо</b>                   |                               |                                             |                                                |                                      |
| I-4-7                           | Железо, апатит                | МК/Э                                        | Ковдорское комплексное апатит-магнетитовых руд | 295                                  |
| V-4-2                           | Железо, (золото)              | МК/ПО                                       | Корпангское                                    | 618                                  |
| V-4-3                           | Железо                        | МС/О                                        | Участок Южно-Корпангский                       | 618                                  |
| V-4-13                          | Железо, (золото), геллеф-линт | МК/Э                                        | Костомукшское                                  | 618                                  |
| VI-5-21                         | Железо, (золото)              | ММ                                          | Большеозерское                                 | 649                                  |
| I-3-3                           | Железо                        | П                                           | Терма-тундра                                   | 286                                  |
| I-5-5                           | Железо                        | П                                           | Высота 317,7 м                                 | 627                                  |
| I-7-4                           | Железо, золото, серебро       | П                                           | Симбозеро                                      | 588                                  |
| I-8-2                           | Железо                        | П                                           | Ревдинское                                     | 660                                  |
| I-8-3                           | Железо                        | П                                           | Кривое                                         | 660                                  |
| I-8-4                           | Железо                        | П                                           | Каменный Бор                                   | 660                                  |
| I-8-38                          | Железо                        | ПМ                                          | Скв. 1                                         | 576                                  |
| I-9-8                           | Железо, медь                  | П                                           | Оз. Ловозеро                                   | 576                                  |
| I-9-12                          | Железо, медь, никель          | П                                           | Гора Низкая                                    | 576                                  |
| II-7-6                          | Железо                        | П                                           | Талый ручей                                    | 656                                  |
| II-7-9                          | Железо                        | П                                           | Железный-2                                     | 656                                  |
| II-7-10                         | Железо, титан, ванадий        | П                                           | Железный                                       | 656                                  |
| II-8-1                          | Железо                        | ПМ                                          | Канава 57                                      | 582                                  |
| II-8-3                          | Железо                        | ПМ                                          | Скв. 112, 113                                  | 582                                  |

Принятые сокращения: МК – месторождение крупное; МС – месторождение среднее; ММ – месторождение мелкое; СС – водоносные скважины, среднее месторождение; СП – водоносные скважины, проявление; ИС – источник, среднее месторождение; ИП – источник вод, проявление; П – рудопроявление; ПМ – пункт минерализации; ГР – Государственный резерв; Э – эксплуатируемые; ПО – подготовленные к освоению; У – утратившие промышленное значение; О – оцененные; НР – находящиеся в разведке и изучении; В – выработанные; ПГМ – песчано-гравийный материал; Обн. – обнажение, ШО – шлиховой ореол, ЛО – литогеохимический ореол. При перечислении полезные компоненты указаны в порядке убывания значимости.

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое            | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| II-9-15                         | Железо, графит, золото         | ПМ                                          | Уч. IV                                       | 576                                  |
| III-4-2                         | Железо, никель                 | ПМ                                          | Без названия                                 | 504                                  |
| III-5-4                         | Железо                         | ПМ                                          | Обн. 1752                                    | 605                                  |
| III-5-6                         | Железо                         | П                                           | Кичаны                                       | 605                                  |
| III-6-30                        | Железо                         | П                                           | Магнетитовая Варака                          | 246                                  |
| III-8-2                         | Железо, ниобий, тантал, апатит | П                                           | Турий                                        | 632                                  |
| V-4-4                           | Железо                         | П                                           | Мутаярвинское                                | 661                                  |
| V-4-5                           | Железо                         | П                                           | Корпангийоки                                 | 661                                  |
| V-4-6                           | Железо, (золото)               | П                                           | Южно-Корпангское                             | 618                                  |
| V-4-7                           | Железо                         | П                                           | Сорасенлампи                                 | 661                                  |
| V-4-8                           | Железо                         | П                                           | Валкамаярви                                  | 661                                  |
| V-4-10                          | Железо                         | П                                           | Сев.-Восточное                               | 661                                  |
| V-4-11                          | Железо                         | П                                           | Сев.-Костомукшское                           | 661                                  |
| V-4-12                          | Железо, (золото)               | П                                           | Западное                                     | 661                                  |
| V-4-15                          | Железо                         | П                                           | Юриколампи                                   | 661                                  |
| V-4-18                          | Железо, (золото)               | П                                           | Таловейс                                     | 618                                  |
| V-4-19                          | Железо, (золото)               | П                                           | Юго-Западное                                 | 618                                  |
| V-5-4                           | Железо                         | П                                           | Сев.-Кентозерское                            | 616                                  |
| V-5-5                           | Железо                         | П                                           | Кентозерское                                 | 616                                  |
| V-5-6                           | Железо                         | П                                           | Южно-Кентозерское                            | 616                                  |
| V-5-7                           | Железо                         | П                                           | Лусиколампи                                  | 618                                  |
| V-5-8                           | Железо                         | П                                           | Койвасозерское                               | 661                                  |
| VI-4-6                          | Железо, золото, молибден       | П                                           | Ниemi-ярви                                   | 618                                  |
| VI-4-7                          | Железо                         | П                                           | Южно-Костомукшское                           | 618                                  |
| VI-4-11                         | Железо, (золото)               | П                                           | Кондокское                                   | 618                                  |
| VI-5-2                          | Железо                         | П                                           | Петроярвинское                               | 661                                  |
| VI-5-3                          | Железо                         | П                                           | Киви-ярви                                    | 637                                  |
| VI-5-16                         | Железо                         | П                                           | Сев.-Большезерский                           | 649                                  |
| VI-5-24                         | Железо                         | П                                           | Южно-Большезерское                           | 649                                  |
| VI-5-27                         | Железо                         | П                                           | Кайдозерское                                 | 649                                  |
| VI-5-34                         | Железо                         | П                                           | Хедозерское                                  | 649                                  |
| VI-5-36                         | Железо                         | П                                           | Южное                                        | 649                                  |
| VI-6-10                         | Железо, медь                   | П                                           | Оз. Ругозеро                                 | 385                                  |
| <b>Х р о м</b>                  |                                |                                             |                                              |                                      |
| I-6-12                          | Хром                           | МС/ПО                                       | Сопчеозерское                                | 490                                  |
| I-7-77                          | Хром                           | МК/ГР                                       | Большая Варака                               | 567                                  |
| I-6-17                          | Хром                           | ПМ                                          | Гора Мончетундра                             | 490                                  |
| I-6-30                          | Хром, платина                  | П                                           | Девичьтундровское                            | 602                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое                   | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-6-33                          | Хром, платина                         | ПМ                                          | Гора Ягельная                                | 602                                  |
| I-6-34                          | Хром                                  | ПМ                                          | К СВ от оз. Чингльсьявр                      | 602                                  |
| I-6-38                          | Хром, платина                         | П                                           | Гора Девичья                                 | 602                                  |
| I-6-39                          | Хром, платина                         | П                                           | Платина                                      | 602                                  |
| I-7-8                           | Хром                                  | П                                           | Бакуль-1                                     | 602                                  |
| I-7-9                           | Хром                                  | П                                           | Бакуль-2                                     | 602                                  |
| I-7-74                          | Хром                                  | П                                           | Южно-Тикозерское                             | 567                                  |
| I-7-80                          | Хром                                  | П                                           | Чернореченское                               | 588                                  |
| I-7-81                          | Хром                                  | П                                           | Южно-Низинное                                | 567                                  |
| I-8-36                          | Хром                                  | П                                           | Чернореченское                               | 588                                  |
| <b>Т и т а н</b>                |                                       |                                             |                                              |                                      |
| I-6-46                          | Титан, железо                         | МК/У                                        | Африкандовское                               | 490                                  |
| I-9-9                           | Титан, железо                         | МС/ГР                                       | Цагинское                                    | 507                                  |
| III-5-31                        | Титан, железо, ванадий                | МС/ГР                                       | Еленьозеро, уч. Нято-Вара                    | 621                                  |
| III-5-34                        | Титан, железо, ванадий                | ММ/ГР                                       | Еленьозеро, уч. Межозерский                  | 621                                  |
| III-6-28                        | Титан, железо, ванадий                | МС/ГР                                       | Еленьозеро, уч. Сури-Вара                    | 326                                  |
| I-7-84                          | Титан, железо, ниобий                 | П                                           | Лесная Варака                                | 490                                  |
| II-4-4                          | Титан, железо, апатит                 | П                                           | Западное                                     | 567                                  |
| II-7-1                          | Титан, железо, вермикулит             | П                                           | Салмагорское                                 | 121                                  |
| III-5-26                        | Титан                                 | П                                           | Еленьозерское                                | 360                                  |
| <b>В а н а д и й</b>            |                                       |                                             |                                              |                                      |
| I-6-36                          | Ванадий, титан, железо                | П                                           | Оз. Майявр–гора Девичья                      | 576                                  |
| I-7-14                          | Ванадий, титан, железо                | П                                           | Сеяваренч                                    | 490                                  |
| I-7-16                          | Ванадий, титан, железо                | П                                           | Южно-Прихибинское                            | 490                                  |
| I-7-75                          | Ванадий, титан, железо                | П                                           | Северо-Тикозерское                           | 567                                  |
| I-8-33                          | Ванадий, титан, железо                | П                                           | Северо-Низинное                              | 576                                  |
| <b>Цветные металлы</b>          |                                       |                                             |                                              |                                      |
| <b>М е д ь</b>                  |                                       |                                             |                                              |                                      |
| I-6-41                          | Медь                                  | ПМ                                          | К северу от оз. Воче-Ламбина                 | 576                                  |
| I-7-79                          | Медь, золото, железо, серный колчедан | П                                           | Известковый карьер                           | 576                                  |
| I-8-28                          | Медь, золото                          | П                                           | Скв. 5                                       | 588                                  |
| I-8-30                          | Медь, никель                          | П                                           | Малый Ихтегипахк                             | 576                                  |
| I-8-31                          | Медь, серный колчедан                 | П                                           | Уч. Митриярви                                | 576                                  |
| I-8-32                          | Медь, серный колчедан, золото         | П                                           | Уч. «33-й км»                                | 576                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое     | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-8-39                          | Медь                    | П                                           | Оз. Соленое                                  | 576                                  |
| II-3-5                          | Медь, золото            | ПМ                                          | Апаярви                                      | 581                                  |
| II-5-8                          | Медь, серебро           | ПМ                                          | Обн. 3305                                    | 564                                  |
| II-8-9                          | Медь                    | ПМ                                          |                                              | 582                                  |
| II-9-1                          | Медь                    | ПМ                                          | Обн. 1012                                    | 576                                  |
| II-9-3                          | Медь, золото            | П                                           | Полисарское                                  | 576                                  |
| II-9-4                          | Медь                    | П                                           | Обн. 3334, к. 1169                           | 576                                  |
| II-9-5                          | Медь, золото            | ПМ                                          | Чурумпахк                                    | 582                                  |
| II-9-9                          | Медь                    | ПМ                                          | Руч. Пурумвуай                               | 576                                  |
| II-9-11                         | Медь, железо            | ПМ                                          | Нижнее течение руч. Сухой                    | 576                                  |
| III-4-3                         | Медь, серебро           | ПМ                                          | Обн. 1238                                    | 504                                  |
| III-4-4                         | Медь                    | П                                           | Илим-Туохилампи                              | 504                                  |
| III-4-7                         | Медь, золото            | ПМ                                          |                                              | 605                                  |
| III-4-8                         | Медь                    | П                                           | Сев. берег Ципринги                          | 605                                  |
| III-4-9                         | Медь, золото            | ПМ                                          | Западное                                     | 605                                  |
| III-4-18                        | Медь, золото, серебро   | ПМ                                          | Алатоло II                                   | 605                                  |
| III-4-22                        | Медь, золото            | ПМ                                          | Нерис-ярви                                   | 504                                  |
| III-4-23                        | Медь                    | П                                           | Гора Васкивара                               | 504                                  |
| III-4-24                        | Медь                    | П                                           | Нюдомолакша                                  | 605                                  |
| III-4-32                        | Медь, молибден, серебро | ПМ                                          |                                              | 605                                  |
| III-5-12                        | Медь, серебро, никель   | ПМ                                          | Ханкус                                       | 605                                  |
| III-5-14                        | Медь                    | П                                           | Сев. берег оз. Кукас                         | 605                                  |
| III-5-15                        | Медь, золото, серебро   | П                                           | Хирвинаволок                                 | 605                                  |
| III-5-17                        | Медь, серебро           | П                                           | Жильное                                      | 605                                  |
| III-5-18                        | Медь, золото, серебро   | ПМ                                          | Кукаозерский                                 | 605                                  |
| III-5-19                        | Медь, асбест            | П                                           | Юж. берег оз. Кукас                          | 605                                  |
| III-5-21                        | Медь, золото            | П                                           | Немиттовара                                  | 605                                  |
| III-6-15                        | Медь, золото, серебро   | ПМ                                          | Иван-Гора                                    | 236                                  |
| III-7-1                         | Медь                    | ПМ                                          | Остров Великий                               | 246                                  |
| III-7-4                         | Медь, никель, платина   | П                                           | Гора Панфилова                               | 326                                  |
| III-7-19                        | Медь, золото            | ПМ                                          | Остров Кереть                                | 246                                  |
| III-7-20                        | Медь                    | ПМ                                          | Остров Медянка                               | 561                                  |
| IV-4-3                          | Медь                    | ПМ                                          | Оз. Каллиоярви                               | 384                                  |
| IV-8-1                          | Медь, никель            | П                                           | Остров Корбунский                            | 508                                  |
| IV-8-2                          | Медь, никель            | П                                           | Остров Тристун                               | 508                                  |
| V-6-3                           | Медь, золото            | ПМ                                          | Оз. Пермьярви                                | 648                                  |
| V-6-12                          | Медь, золото            | ПМ                                          | Оз. В. Нольмозеро                            | 648                                  |
| V-6-16                          | Медь                    | ПМ                                          | Река Норва                                   | 648                                  |
| V-6-22                          | Медь                    | ПМ                                          | Оз. Маткаярви                                | 648                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое                   | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| V-7-23                          | Медь, золото                          | П                                           | Шавля                                        | 666                                  |
| VI-5-30                         | Медь                                  | П                                           | Оз. Рысь                                     | 339                                  |
| VI-6-2                          | Медь                                  | П                                           | Верхняя Шоба                                 | 385                                  |
| VI-7-6                          | Медь, золото                          | П                                           | Вильям-лампи                                 | 654                                  |
| VI-7-12                         | Медь, золото, молибден                | П                                           | Шуэзерское                                   | 654                                  |
| VI-7-35                         | Медь                                  | П                                           | Пустозерское                                 | 665                                  |
| VI-8-15                         | Медь                                  | ПМ                                          | Скв. 9                                       | 665                                  |
| VI-8-19                         | Медь, молибден, золото                | П                                           | Сумское                                      | 665                                  |
| <b>С в и н е ц</b>              |                                       |                                             |                                              |                                      |
| I-8-34                          | Свинец, цинк, золото, графит          | П                                           | Уч. «45-й км»                                | 576                                  |
| II-7-17                         | Свинец, цинк, серебро                 | П                                           | Остров Медвежий                              | 607                                  |
| II-7-18                         | Свинец, цинк, серебро                 | П                                           | Которанский мыс                              | 607                                  |
| II-8-16                         | Свинец, цинк                          | П                                           | Оз. Пончозеро                                | 607                                  |
| II-8-18                         | Свинец, медь, серный колчедан, графит | П                                           | Верхневиллозерское                           | 576                                  |
| II-8-22                         | Свинец, цинк                          | П                                           | Умба-губа                                    | 607                                  |
| II-8-23                         | Свинец, цинк                          | П                                           | Елгорский мыс                                | 607                                  |
| II-8-24                         | Свинец, цинк                          | П                                           | Ройминский мыс                               | 607                                  |
| II-8-26                         | Свинец, цинк                          | П                                           | Кузрека                                      | 607                                  |
| III-8-1                         | Свинец                                | ПМ                                          | Губа Лесная                                  | 607                                  |
| <b>Ц и н к</b>                  |                                       |                                             |                                              |                                      |
| II-7-16                         | Цинк, свинец                          | П                                           | Хед-полуостров                               | 607                                  |
| II-8-6                          | Цинк                                  | ПМ                                          |                                              | 582                                  |
| II-8-7                          | Цинк                                  | ПМ                                          |                                              | 582                                  |
| II-9-7                          | Цинк, графит                          | ПМ                                          |                                              | 576                                  |
| II-9-36                         | Цинк                                  | П                                           | Оз. Вялозеро                                 | 576                                  |
| V-6-17                          | Цинк                                  | ПМ                                          | Ахвенлампи                                   | 648                                  |
| VI-7-2                          | Цинк, свинец, золото                  | П                                           | Халлозеро                                    | 666                                  |
| VI-7-17                         | Цинк, медь                            | П                                           | Нигалма                                      | 666                                  |
| VI-8-11                         | Цинк, уран                            | П                                           | Нижнее Летнее                                | 666                                  |
| VI-8-17                         | Цинк, молибден, вольфрам              | П                                           | Парандово                                    | 665                                  |
| <b>Н и к е л ь</b>              |                                       |                                             |                                              |                                      |
| I-6-4                           | Никель, медь, платина                 | МС/В                                        | Ниттис–Кумужья–Травяная (НКТ)                | 490                                  |
| I-6-10                          | Никель, медь, платина                 | ММ/ГР                                       | Нюдауйвенч                                   | 490                                  |
| I-6-11                          | Никель, медь, платина                 | МС/ГР                                       | Сопчуайвенч                                  | 490                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое       | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-3-1                           | Никель                    | П                                           | Нота, р., прав. берег                        | 286                                  |
| I-3-4                           | Никель                    | П                                           | Карека-тундра                                | 286                                  |
| I-3-5                           | Никель                    | П                                           | Карека-тундра, З.                            | 286                                  |
| I-3-6                           | Никель                    | П                                           | Карека-тундра, Ю.                            | 286                                  |
| I-5-1                           | Никель, медь              | П                                           | Заячья тундра                                | 446                                  |
| I-6-1                           | Никель, медь              | ПМ                                          | К СВ от горы Хипик                           | 490                                  |
| I-6-2                           | Никель, медь              | ПМ                                          | К ЮЗ от горы Хипик                           | 490                                  |
| I-6-3                           | Никель, медь              | ПМ                                          | К ЮЗ от горы Хипик                           | 490                                  |
| I-6-7                           | Никель                    | ПМ                                          | К западу от оз. Нюдъявр                      | 490                                  |
| I-6-8                           | Никель, медь              | ПМ                                          | К северу от вершины горы Мончетундра         | 490                                  |
| I-6-16                          | Никель, медь              | ПМ                                          | Гора Мончетундра                             | 490                                  |
| I-6-18                          | Никель, медь              | ПМ                                          | К югу от оз. Нюдъявр                         | 490                                  |
| I-6-19                          | Никель, медь, платина     | П                                           | 10-я аномалия                                | 490                                  |
| I-6-25                          | Никель, медь              | ПМ                                          | К югу от оз. Нюдъявр                         | 490                                  |
| I-6-27                          | Никель                    | ПМ                                          |                                              | 490                                  |
| I-6-40                          | Никель, медь              | ПМ                                          | К СВ от оз. Куркъявр                         | 576                                  |
| I-9-5                           | Никель, медь              | П                                           | Река Афанасия                                | 576                                  |
| I-9-10                          | Никель, медь, железо      | П                                           | Уч. Каменник                                 | 576                                  |
| I-9-11                          | Никель, медь, платина     | П                                           | Ластъявр                                     | 576                                  |
| I-9-15                          | Никель, медь, платина     | П                                           | Пахкварака                                   | 576                                  |
| I-9-17                          | Никель, медь              | ПМ                                          | Обн. 10310                                   | 576                                  |
| I-9-18                          | Никель, медь, платина     | ПМ                                          | Скв. 6-13                                    | 576                                  |
| I-9-21                          | Никель, платина, палладий | П                                           | М. Ихтегипахк                                | 569                                  |
| II-3-1                          | Никель                    | П                                           | Кейнуварское                                 | 303                                  |
| II-3-15                         | Никель, кобальт           | П                                           | Райярвинское                                 | 563                                  |
| II-5-10                         | Никель, платина           | ПМ                                          | Ковдозерское                                 | 659                                  |
| II-6-10                         | Никель, медь              | ПМ                                          | Воронья губа                                 | 627                                  |
| II-6-12                         | Никель, платина           | П                                           | Тридцатка                                    | 659                                  |
| II-6-15                         | Никель, платина, палладий | П                                           | Руч. Глубокий                                | 659                                  |
| II-7-2                          | Никель                    | ПМ                                          | Нижн. Контозеро                              | 657                                  |
| II-7-4                          | Никель                    | ПМ                                          | Шурф 1261                                    | 659                                  |
| II-8-10                         | Никель, медь              | пм                                          | Лавдобор                                     | 576                                  |
| II-8-11                         | Никель, медь              | П                                           | Мунозеро                                     | 576                                  |
| II-8-13                         | Никель, медь              | П                                           | Мунозеро, оз., юж. берег                     | 576                                  |
| II-8-14                         | Никель, медь              | П                                           | Уч. V                                        | 576                                  |
| II-8-19                         | Никель, медь, вольфрам    | П                                           | Вельмешки                                    | 576                                  |
| II-9-2                          | Никель, медь              | ПМ                                          | Полисарский массив                           | 576                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое            | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| III-6-1                         | Никель, платина                | П                                           | Руч.Тупой                                    | 659                                  |
| III-6-4                         | Никель, золото                 | П                                           | Ругозерское                                  | 246                                  |
| III-7-11                        | Никель, медь, серебро          | П                                           | Кивгубское                                   | 627                                  |
| III-7-13                        | Никель, медь, золото           | П                                           | Кив-губа                                     | 627                                  |
| V-6-21                          | Никель                         | ПМ                                          | Оз. Норваряври                               | 648                                  |
| <b>Молибден</b>                 |                                |                                             |                                              |                                      |
| V-6-15                          | Молибден                       | ММ                                          | Пяяварское                                   | 648                                  |
| VI-7-4                          | Молибден                       | МК/ГР                                       | Лобаш                                        | 666                                  |
| I-7-27                          | Молибден                       | П                                           | Ласточкино Гнездо                            | 660                                  |
| I-7-38                          | Молибден                       | ПМ                                          | Перевал Юкспоррлак                           | 660                                  |
| I-7-46                          | Молибден                       | ПМ                                          | К востоку от оз. Мал. Вудьявр                | 660                                  |
| II-5-13                         | Молибден                       | ПМ                                          | Ирковара                                     | 605                                  |
| II-5-14                         | Молибден                       | ПМ                                          | Ирковара                                     | 605                                  |
| II-6-2                          | Молибден                       | П                                           | Нива III                                     | 225                                  |
| III-4-16                        | Молибден                       | ПМ                                          | Обн. 89-95                                   | 605                                  |
| III-5-7                         | Молибден, уран, золото, графит | П                                           | Кичаны                                       | 605                                  |
| III-5-9                         | Молибден                       | ПМ                                          | Придорожный                                  | 605                                  |
| III-5-10                        | Молибден, медь, серебро        | П                                           | Придорожный                                  | 605                                  |
| V-5-3                           | Молибден                       | ПМ                                          | Кетаноя                                      | 648                                  |
| V-8-1                           | Молибден                       | П                                           | Серебрянка                                   | 505                                  |
| V-9-1                           | Молибден                       | П                                           | Равлуда                                      | 505                                  |
| VI-4-9                          | Молибден                       | ПМ                                          | Оз. Тюрго                                    | 618                                  |
| VI-5-31                         | Молибден                       | П                                           | Аканское                                     | 339                                  |
| VI-5-35                         | Молибден                       | ПМ                                          | Аканское                                     | 607                                  |
| VI-7-18                         | Молибден                       | ПМ                                          | Нигалма                                      | 654                                  |
| VI-7-27                         | Молибден                       | П                                           | Метчагоя-I                                   | 654                                  |
| VI-7-28                         | Молибден                       | ПМ                                          | Метчагоя-II                                  | 654                                  |
| VI-8-8                          | Молибден                       | ПМ                                          | Обн. 1775                                    | 665                                  |
| VI-8-18                         | Молибден                       | ПМ                                          | Обн. 1545                                    | 665                                  |
| VI-8-20                         | Молибден, цинк, медь           | П                                           | Парандовское                                 | 665                                  |
| VI-8-21                         | Молибден                       | П                                           | Кочкомское                                   | 665                                  |
| VI-8-23                         | Молибден                       | П                                           | Южно-Парандовское                            | 665                                  |
| <b>Вольфрам</b>                 |                                |                                             |                                              |                                      |
| II-8-8                          | Вольфрам                       | ПМ                                          |                                              | 582                                  |
| II-9-20                         | Вольфрам                       | ПМ                                          | Меркулиха, оз.                               | 582                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта                             | Полезное ископаемое                                  | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта          | Номер источника по списку литературы |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| II-9-21                                                     | Вольфрам                                             | ПМ                                          | Высота Роукса                                         | 576                                  |
| <b>А л ю м и н и й</b>                                      |                                                      |                                             |                                                       |                                      |
| I-7-13                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье), стронций, редкие земли | МК/ГР                                       | Партомчорр                                            | 660                                  |
| I-7-17                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье)                         | ММ/ГР                                       | Куэльпор                                              | 660                                  |
| I-7-47                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье), титан, редкие земли    | МК/Э                                        | Кукисвумчоррское                                      | 660                                  |
| I-7-48                                                      | Алюминий                                             | МК/Э                                        | Юкспорр                                               | 660                                  |
| I-7-54                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье), стронций, редкие земли | МС/Э                                        | Апатитовый Цирк                                       | 660                                  |
| I-7-55                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье), стронций, редкие земли | МК/Э                                        | Плато Расвумчорр                                      | 660                                  |
| I-7-56                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье)                         | МК/ГР                                       | Эвеслогчоррское                                       | 660                                  |
| I-8-24                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье), стронций, редкие земли | МК/Э                                        | Коашвинское                                           | 660                                  |
| I-8-25                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье), стронций, редкие земли | МС/Э                                        | Ньоркпахк                                             | 660                                  |
| I-8-26                                                      | Алюминий (нефелиновое сырье), стронций, редкие земли | МК/ПО                                       | Олений Ручей                                          | 660                                  |
| <b>Редкие металлы, рассеянные и редкоземельные элементы</b> |                                                      |                                             |                                                       |                                      |
| I-9-6                                                       | Бериллий, тантал, ниобий                             | П                                           | Пункаруайв, гора                                      | 507                                  |
| I-8-6                                                       | Тантал, ниобий                                       | ММ/ГР                                       | Ревдинское                                            | 567                                  |
| I-8-13                                                      | Ниобий, тантал, редкоземельные металлы               | МС/ГР                                       | Ловозерское, уч. Аллуайв                              | 567                                  |
| I-8-14                                                      | Ниобий, тантал, редкоземельные металлы               | МК/Э                                        | Ловозерское, участки Карнасурт, Кедыквырпахк          | 567                                  |
| I-8-15                                                      | Ниобий, тантал, редкоземельные металлы               | МС/Э                                        | Ловозерское, участки Северный, Умбозерский            | 567                                  |
| I-8-20                                                      | Ниобий, тантал                                       | МС/ГР                                       | Ловозерское, участки Сенгисчорр, Парганьон, Страшемпа | 567                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое                     | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта  | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-9-1                           | Ниобий, тантал, редкоземельные элементы | МК/ГР                                       | Ловозерское, уч. Флора                        | 567                                  |
| I-9-2                           | Тантал, ниобий                          | МС/ГР                                       | Вавнбед                                       | 507                                  |
| II-3-10                         | Ниобий                                  | ММ/ГР                                       | Салланлатва                                   | 567                                  |
| II-4-5                          | Ниобий                                  | ММ/ГР                                       | Неске-Вара                                    | 567                                  |
| II-4-6                          | Ниобий, тантал, железо                  | ММ/ГР                                       | Вуориярви                                     | 567                                  |
| I-7-19                          | Ниобий, редкие земли, цирконий          | ПМ                                          | К югу от р. Майвальтайок                      | 660                                  |
| I-7-21                          | Ниобий                                  | ПМ                                          | Пик Марченко                                  | 660                                  |
| I-7-22                          | Ниобий, тантал, редкие земли            | ПМ                                          | Пик Марченко                                  | 660                                  |
| I-7-26                          | Ниобий                                  | ПМ                                          | К юго-западу от горы пик Марченко             | 660                                  |
| I-7-30                          | Ниобий, тантал                          | ПМ                                          | Верховье р. Тульйок                           | 660                                  |
| I-7-31                          | Ниобий                                  | ПМ                                          | К северу от горы Эвеслогчорр                  | 490                                  |
| I-7-34                          | Ниобий, цирконий, уран                  | П                                           | Эвеслогчорр-I                                 | 490                                  |
| I-7-36                          | Ниобий, цирконий, уран                  | П                                           | Эвеслогчорр -II                               | 490                                  |
| I-7-44                          | Ниобий                                  | ПМ                                          | К северо-востоку от оз. Мал. Вудъявр          | 660                                  |
| I-7-58                          | Ниобий                                  | П                                           | Ловчоррское                                   | 660                                  |
| I-7-62                          | Ниобий                                  | П                                           | Хибинитовое ущелье                            | 660                                  |
| I-7-65                          | Ниобий                                  | ПМ                                          | К северо-востоку от губы Тикгуба              | 588                                  |
| I-8-10                          | Ниобий, тантал, редкоземельные металлы  | П                                           | Пьялкимпорр-Флора                             | 567                                  |
| I-8-11                          | Ниобий, редкоземельные металлы          | П                                           | Валепахское                                   | 567                                  |
| I-8-19                          | Ниобий, тантал, цирконий                | П                                           | Тавайок                                       | 567                                  |
| III-5-27                        | Ниобий, тантал                          | П                                           | Копанецкое                                    | 621                                  |
| III-5-28                        | Ниобий, тантал                          | П                                           | Елетьозерское                                 | 621                                  |
| III-6-27                        | Ниобий                                  | П                                           | Елетьозерский                                 | 621                                  |
| IV-5-2                          | Ниобий, тантал                          | П                                           | Кестеньское                                   | 621                                  |
| VI-5-4                          | Ниобий, цирконий                        | П                                           | Гора                                          | 621                                  |
| VI-5-10                         | Ниобий, цирконий                        | П                                           | Берег                                         | 621                                  |
| V-4-17                          | Германий                                | П                                           | Костомукшское-германий                        | 326                                  |
| I-4-6                           | Цирконий                                | ММ/Э                                        | Ковдорское техногенное (бадделеит-апатитовое) | 295                                  |
| I-8-16                          | Цирконий, ниобий                        | МК/ГР                                       | Чинглусуай                                    | 567                                  |
| I-7-25                          | Цирконий                                | П                                           | К юго-западу от вершины горы пик Марченко     | 490                                  |
| I-7-41                          | Цирконий                                | ПМ                                          | К западу от оз. Мал. Вудъявр                  | 490                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое                     | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-7-53                          | Цирконий                                | ПМ                                          | Западный берег оз. Большой Вудъявр           | 660                                  |
| I-7-57                          | Цирконий                                | П                                           | Гора Ловчорр                                 | 660                                  |
| I-7-59                          | Цирконий                                | ПМ                                          | Гора Ловчорр                                 | 660                                  |
| I-8-21                          | Цирконий                                | П                                           | Куфтуай                                      | 567                                  |
| I-8-22                          | Цирконий, ниобий                        | П                                           | Чивруай                                      | 567                                  |
| III-5-30                        | Цирконий                                | П                                           | Южное                                        | 621                                  |
| III-5-35                        | Цирконий                                | П                                           | Черное                                       | 621                                  |
| VI-4-8                          | Цирконий                                | П                                           | Контокки                                     | 618                                  |
| I-7-43                          | Редкие земли, ниобий                    | ММ                                          | Тахтарвумчоррское                            | 490                                  |
| I-7-52                          | Редкие земли                            | П                                           | Вудъяврчоррское                              | 660                                  |
| I-8-17                          | Редкоземельные металлы, титан, цирконий | П                                           | Ловозеритовый мысок                          | 567                                  |
| I-9-7                           | Редкоземельные металлы                  | П                                           | Пессарьёк                                    | 507                                  |
| II-7-3                          | Редкоземельные элементы                 | П                                           | Черная Варака                                | 121                                  |
| III-5-32                        | Редкие земли                            | П                                           | Елетьозерское                                | 621                                  |
| III-5-33                        | Редкие земли                            | П                                           | Восточное                                    | 621                                  |
| IV-5-1                          | Редкие земли                            | П                                           | Черное                                       | 621                                  |
| V-5-9                           | Редкие земли, уран                      | П                                           | Руокосалма                                   | 621                                  |
| VI-5-9                          | Иттрий                                  | П                                           | Маризеншари                                  | 621                                  |
| VI-5-5                          | Церий, цирконий                         | П                                           | Болото                                       | 621                                  |
| VI-5-6                          | Церий                                   | П                                           | Длинное                                      | 621                                  |
| VI-5-8                          | Церий                                   | П                                           | Мыс                                          | 621                                  |
| <b>Благородные металлы</b>      |                                         |                                             |                                              |                                      |
| <b>Золото</b>                   |                                         |                                             |                                              |                                      |
| III-3-2                         | Золото                                  | ММ/ГР                                       | Майское                                      | 563                                  |
| I-6-31                          | Золото                                  | ПМ                                          | Крутой                                       | 490                                  |
| I-7-1                           | Золото, серебро                         | ПМ                                          | Симбозеро                                    | 588                                  |
| I-7-2                           | Золото, серебро                         | ПМ                                          | Симбозеро                                    | 588                                  |
| I-7-3                           | Золото, серебро                         | ПМ                                          | Симбозеро                                    | 588                                  |
| I-7-15                          | Золото                                  | ПМ                                          | Остров Б. Петуший                            | 490                                  |
| I-7-50                          | Золото, молибден                        | П                                           | Тахтарвумчор                                 | 576                                  |
| I-7-63                          | Золото                                  | ПМ                                          | Тик-губа                                     | 588                                  |
| I-7-64                          | Золото                                  | ПМ                                          | Тикгуба                                      | 588                                  |
| I-7-68                          | Золото                                  | ПМ                                          | К западу от р. Умболка                       | 576                                  |
| I-7-70                          | Золото                                  | П                                           | Уч. «22-й км»                                | 576                                  |
| I-7-72                          | Золото, свинец, цинк                    | ПМ                                          | Уч. Южный                                    | 576                                  |
| I-7-73                          | Золото                                  | ПМ                                          | Обн. 326                                     | 576                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое       | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-7-78                          | Золото                    | ПМ                                          | Канава 15                                    | 576                                  |
| I-8-1                           | Золото                    | ПМ                                          |                                              | 490                                  |
| I-8-8                           | Золото                    | ПМ                                          | Без названия                                 | 588                                  |
| I-8-27                          | Золото                    | ПМ                                          |                                              | 588                                  |
| I-8-29                          | Золото, олово             | ПМ                                          |                                              | 588                                  |
| I-8-35                          | Золото                    | ПМ                                          | Канавы 251, 252                              | 576                                  |
| II-3-2                          | Золото                    | ПМ                                          | Обн. 369, 7401                               | 638                                  |
| II-3-3                          | Золото                    | ПМ                                          | Кайлары                                      | 638                                  |
| II-3-7                          | Золото                    | ПМ                                          | Пуохьярви                                    | 563                                  |
| II-3-9                          | Золото                    | ПМ                                          | Обн. 1967, к. 1902                           | 563                                  |
| II-3-11                         | Золото                    | ПМ                                          | Канава 3105                                  | 563                                  |
| II-3-13                         | Золото                    | ПМ                                          | Вуосна-ярви                                  | 563                                  |
| II-3-16                         | Золото                    | ПМ                                          | Кискинлампи                                  | 563                                  |
| II-3-18                         | Золото                    | ПМ                                          | Вуоснаярви-2                                 | 563                                  |
| II-5-9                          | Золото, платина, палладий | ПМ                                          | Ковдозерское                                 | 564                                  |
| II-5-11                         | Золото                    | ЛО                                          |                                              | 659                                  |
| II-5-12                         | Золото                    | ЛО                                          |                                              | 659                                  |
| II-6-9                          | Золото                    | ПМ                                          | Ряшков, о.                                   | 659                                  |
| II-7-14                         | Золото                    | ПМ                                          | Губа Белозерск.                              | 589                                  |
| II-7-15                         | Золото                    | ПМ                                          | Губа Педуниха                                | 589                                  |
| II-7-19                         | Золото                    | ПМ                                          | Таргуба                                      | 589                                  |
| II-8-4                          | Золото                    | ПМ                                          | Скв. 117                                     | 582                                  |
| II-8-5                          | Золото, свинец, цинк      | П                                           | Соленые озера                                | 582                                  |
| II-9-6                          | Золото                    | ПМ                                          | Участок II                                   | 576                                  |
| II-9-8                          | Золото                    | ПМ                                          | Канава 157                                   | 576                                  |
| II-9-13                         | Золото, графит            | ПМ                                          | Река Руокса                                  | 576                                  |
| II-9-14                         | Золото, серебро           | ПМ                                          | Река Лягунка                                 | 582                                  |
| II-9-16                         | Золото                    | ПМ                                          | Руч. Мутный                                  | 576                                  |
| II-9-17                         | Золото, вольфрам          | ПМ                                          |                                              | 576                                  |
| II-9-18                         | Золото                    | ПМ                                          | Скв. 43                                      | 576                                  |
| II-9-19                         | Золото                    | ПМ                                          | Пурумвуай                                    | 576                                  |
| II-9-24                         | Золото                    | ПМ                                          | Южный Пурумвуай                              | 576                                  |
| II-9-25                         | Золото                    | ПМ                                          | Река Пана                                    | 582                                  |
| II-9-27                         | Золото                    | ПМ                                          | Скв. 51,52                                   | 576                                  |
| II-9-29                         | Золото                    | ПМ                                          | Индельский                                   | 576                                  |
| II-9-30                         | Золото                    | ПМ                                          | Ржавая Гора                                  | 576                                  |
| II-9-33                         | Золото, графит            | ПМ                                          | Обн. 2081–2085                               | 576                                  |
| III-3-1                         | Золото                    | ПМ                                          | Аухтиярви                                    | 563                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| III-3-6                         | Золото              | ПМ                                          | Уч. Роваярви                                 | 563                                  |
| III-3-8                         | Золото              | ПМ                                          | Сювяярви                                     | 638                                  |
| III-3-10                        | Золото              | ПМ                                          | Скв. 497                                     | 638                                  |
| III-3-18                        | Золото              | ПМ                                          | Панаярви                                     | 639                                  |
| III-3-19                        | Золото, уран        | ПМ                                          | Лагерное-2                                   | 561                                  |
| III-3-21                        | Золото              | ПМ                                          | Киеккилампи                                  | 639                                  |
| III-4-17                        | Золото              | ПМ                                          | Алатало III                                  | 605                                  |
| III-4-19                        | Золото              | ПМ                                          | Алатало I                                    | 605                                  |
| III-4-20                        | Золото              | ПМ                                          | Перявара                                     | 504                                  |
| III-4-21                        | Золото, серебро     | ПМ                                          | В. Перявара                                  | 504                                  |
| III-4-25                        | Золото              | ПМ                                          | Сев.-Панаярвинское                           | 561                                  |
| III-4-30                        | Золото, вольфрам    | ШО                                          |                                              | 605                                  |
| III-4-33                        | Золото              | ШО                                          |                                              | 605                                  |
| III-4-34                        | Золото              | ШО                                          |                                              | 605                                  |
| III-4-35                        | Золото              | ШО                                          |                                              | 605                                  |
| III-5-1                         | Золото              | ПМ                                          | Уч. Ирковара                                 | 605                                  |
| III-5-3                         | Золото              | ПМ                                          | Оз. Бабье                                    | 605                                  |
| III-5-5                         | Золото              | ПМ                                          | Оз. Верхние Кичаны                           | 605                                  |
| III-5-8                         | Золото              | ПМ                                          | Гора Лисья                                   | 605                                  |
| III-5-13                        | Золото              | ПМ                                          | Обн. 455                                     | 605                                  |
| III-5-16                        | Золото              | ЛО                                          |                                              | 605                                  |
| III-5-20                        | Золото              | ПМ                                          | Обн. 1284                                    | 605                                  |
| III-5-22                        | Золото              | ПМ                                          | Ножевочные озера                             | 605                                  |
| III-6-2                         | Золото              | ПМ                                          | Оз. Верховское-1                             | 246                                  |
| III-6-3                         | Золото              | ПМ                                          | Ругозерское-3                                | 246                                  |
| III-6-12                        | Золото              | ПМ                                          | Ирингора                                     | 236                                  |
| III-6-17                        | Золото              | ПМ                                          | Сев. склон горы Винча                        | 437                                  |
| III-6-18                        | Золото, мышьяк      | ПМ                                          | Гора Винча                                   | 437                                  |
| III-6-19                        | Золото              | ПМ                                          | Юж. склон горы Винча                         | 437                                  |
| III-6-21                        | Золото              | ПМ                                          | Уни-озеро                                    | 580                                  |
| III-6-22                        | Золото              | ПМ                                          | Безымянное                                   | 437                                  |
| III-6-23                        | Золото, мышьяк      | ПМ                                          | Сев берег оз. Степанова ламба                | 437                                  |
| III-6-24                        | Золото, мышьяк      | ПМ                                          | Степанова ламба                              | 437                                  |
| III-6-25                        | Золото              | ПМ                                          | Еловое                                       | 246                                  |
| III-6-26                        | Золото, мышьяк      | ПМ                                          | Оз. Еловое                                   | 246                                  |
| III-7-2                         | Золото              | ПМ                                          | Мыс Дальнокорожный                           | 246                                  |
| III-7-3                         | Золото              | ПМ                                          | Мыс Киндо                                    | 246                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое      | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| III-7-8                         | Золото                   | ПМ                                          | Хетоламбино                                  | 561                                  |
| III-7-10                        | Золото                   | ПМ                                          | Сев. берег оз. Верхнее Пулоньгское           | 561                                  |
| III-7-12                        | Золото, платина, серебро | ПМ                                          | Мыс Песчаный                                 | 627                                  |
| III-7-14                        | Золото                   | ПМ                                          | Медвежья Губа                                | 627                                  |
| III-7-16                        | Золото                   | ПМ                                          | Кривое                                       | 561                                  |
| III-7-18                        | Золото                   | ПМ                                          | Юж. берег оз. Верхнее Пулоньгское            | 561                                  |
| III-7-25                        | Золото                   | ПМ                                          | Попов наволок                                | 561                                  |
| III-7-32                        | Золото, платина, серебро | П                                           | Климовское                                   | 501                                  |
| III-7-34                        | Золото, платина          | ПМ                                          | Уч. Климовский (р. Кереть)                   | 501                                  |
| III-7-35                        | Золото, серебро          | ПМ                                          | Варацкое                                     | 561                                  |
| III-7-36                        | Золото, платина          | ПМ                                          | Уч. Плотины                                  | 561                                  |
| IV-6-1                          | Золото                   | ПМ                                          | Хизовара                                     | 326                                  |
| IV-6-2                          | Золото                   | ПМ                                          | Хизоварское                                  | 326                                  |
| IV-6-4                          | Золото                   | ПМ                                          | Рухнаволок                                   | 326                                  |
| IV-6-5                          | Золото                   | ПМ                                          | Вичаны                                       | 326                                  |
| IV-6-11                         | Золото                   | ЛО                                          | Оз. Калмоярви                                | 648                                  |
| IV-6-12                         | Золото                   | ПМ                                          | Оз. Кондилампи                               | 648                                  |
| IV-6-13                         | Золото, молибден         | П                                           | Дмитрия                                      | 648                                  |
| IV-6-14                         | Золото                   | ПМ                                          | Оз. Шуоярви                                  | 648                                  |
| IV-7-3                          | Золото                   | ПМ                                          | Оз. Верхние Рюжи                             | 648                                  |
| IV-8-3                          | Золото                   | ПМ                                          | Губа Домашняя                                | 648                                  |
| IV-8-4                          | Золото, серебро          | ПМ                                          | Сельдяная губа 2                             | 648                                  |
| IV-8-5                          | Золото, серебро          | ПМ                                          | Сельдяная губа 1                             | 648                                  |
| V-4-9                           | Золото                   | ПМ                                          | Северная Рувинвара                           | 618                                  |
| V-4-16                          | Золото                   | П                                           | Кургелаampi                                  | 593                                  |
| V-5-2                           | Золото                   | ЛО                                          | Без названия                                 | 648                                  |
| V-6-1                           | Золото                   | ПМ                                          | Оз. Шомбозеро                                | 654                                  |
| V-6-2                           | Золото                   | ПМ                                          | Берег Ожиярви                                | 654                                  |
| V-6-4                           | Золото                   | ПМ                                          | Уч. Ожиярви                                  | 654                                  |
| V-6-5                           | Золото                   | ПМ                                          | Гайкольский                                  | 247                                  |
| V-6-6                           | Золото                   | ПМ                                          | Пос. Шонга                                   | 648                                  |
| V-6-7                           | Золото                   | П                                           | Ожиярви                                      | 654                                  |
| V-6-8                           | Золото                   | П                                           | Минутка                                      | 247                                  |
| V-6-9                           | Золото                   | ЛО                                          | Понозеро                                     | 648                                  |
| V-6-10                          | Золото                   | П                                           | Туренойский                                  | 247                                  |
| V-6-11                          | Золото                   | ПМ                                          | Оз. Роппомо                                  | 648                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| V-6-13                          | Золото              | П                                           | Куйвашоя                                     | 247                                  |
| V-6-14                          | Золото              | П                                           | Ширкоярви                                    | 653                                  |
| V-6-18                          | Золото              | ЛО                                          | Юшкозеро, д., к югу                          | 560                                  |
| V-6-19                          | Золото              | П                                           | Муштаоя                                      | 560                                  |
| V-6-20                          | Золото, медь        | П                                           | Соповарское                                  | 247                                  |
| V-7-4                           | Золото              | ПМ                                          | Верхнее Авнеозеро                            | 666                                  |
| V-7-5                           | Золото              | ПМ                                          | Верхнеавнеозерское-1                         | 561                                  |
| V-7-6                           | Золото              | ПМ                                          | Верхнеавнеозерское-3                         | 561                                  |
| V-7-7                           | Золото              | ПМ                                          | Верхнеавнеозерское-2                         | 561                                  |
| V-7-10                          | Золото              | ПМ                                          | Колгевара                                    | 654                                  |
| V-7-11                          | Золото              | П                                           | Колгевара                                    | 654                                  |
| V-7-12                          | Золото              | ПМ                                          | Гангазлампи                                  | 666                                  |
| V-7-15                          | Золото              | ПМ                                          | Пебозеро                                     | 654                                  |
| V-7-16                          | Золото              | ПМ                                          | Оз. Воронье                                  | 654                                  |
| V-7-17                          | Золото              | П                                           | Южная Сянда                                  | 247                                  |
| V-7-18                          | Золото              | П                                           | Верхнечуржский                               | 247                                  |
| V-7-19                          | Золото              | ПМ                                          | Межреченский                                 | 247                                  |
| V-7-20                          | Золото              | ПМ                                          | Оз. Лежево                                   | 654                                  |
| V-7-21                          | Золото              | ПМ                                          | Маслозеро                                    | 654                                  |
| V-7-22                          | Золото              | П                                           | Маслозеро                                    | 654                                  |
| V-7-24                          | Золото              | ПМ                                          | Без названия                                 | 247                                  |
| VI-4-3                          | Золото, молибден    | П                                           | Нов. Таловейс                                | 326                                  |
| VI-4-5                          | Золото              | П                                           | Берендей                                     | 326                                  |
| VI-4-14                         | Золото              | ШО                                          | Каменное, оз., к востоку                     | 618                                  |
| VI-4-16                         | Золото              | ЛО                                          | Конец-Остров, д., к западу                   | 618                                  |
| VI-5-7                          | Золото              | ПМ                                          | Чирко-Кемская                                | 607                                  |
| VI-5-18                         | Золото              | ПМ                                          | Большозерское-1                              | 561                                  |
| VI-5-19                         | Золото              | ПМ                                          | Большозерское-2                              | 561                                  |
| VI-5-23                         | Золото              | ПМ                                          | Зап.-Большозерское                           | 584                                  |
| VI-5-26                         | Золото              | ЛО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-5-28                         | Золото              | ШО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-5-29                         | Золото              | ЛО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-5-15                         | Золото              | ПМ                                          | Хейвьярвинское                               | 561                                  |
| VI-6-3                          | Золото              | ПМ                                          | Оз. Варозеро                                 | 654                                  |
| VI-6-4                          | Золото              | ШО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-6-5                          | Золото              | ШО                                          | Ледмозеро, пос.                              | 560                                  |
| VI-6-7                          | Золото              | ЛО                                          | Б. Чуக்குри, г., к югу                       | 560                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое      | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| VI-6-8                          | Золото                   | ШО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-6-9                          | Золото                   | ЛО                                          | Андропова Гора, д.                           | 560                                  |
| VI-6-11                         | Золото                   | ШО                                          | Ругозеро, оз.                                | 560                                  |
| VI-6-12                         | Золото                   | ШО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-7-1                          | Золото                   | ПМ                                          | Кичу-лампи                                   | 654                                  |
| VI-7-3                          | Золото                   | ПМ                                          | Кичу-лампи                                   | 654                                  |
| VI-7-5                          | Золото, молибден, свинец | П                                           | Лобаш I                                      | 666                                  |
| VI-7-7                          | Золото                   | ПМ                                          | Вильям-лампи                                 | 654                                  |
| VI-7-8                          | Золото                   | ПМ                                          | Без названия                                 | 654                                  |
| VI-7-9                          | Золото                   | ПМ                                          |                                              | 654                                  |
| VI-7-10                         | Золото, уран             | П                                           | Железные Ворота                              | 654                                  |
| VI-7-11                         | Золото                   | ПМ                                          | Железные Ворота                              | 654                                  |
| VI-7-13                         | Золото                   | П                                           | Риговарака                                   | 654                                  |
| VI-7-15                         | Золото                   | ПМ                                          | Летегуба                                     | 654                                  |
| VI-7-16                         | Золото                   | ПМ                                          | Шароварака                                   | 654                                  |
| VI-7-19                         | Золото                   | ПМ                                          | Нигалма                                      | 654                                  |
| VI-7-20                         | Золото, уран             | П                                           | Нигалмозеро                                  | 654                                  |
| VI-7-21                         | Золото                   | ПМ                                          | Без названия                                 | 654                                  |
| VI-7-22                         | Золото, свинец, цинк     | П                                           | Тунгудское                                   | 654                                  |
| VI-7-23                         | Золото                   | ПМ                                          | Каленолампи                                  | 654                                  |
| VI-7-24                         | Золото                   | ПМ                                          | Оз. Машозеро                                 | 654                                  |
| VI-7-25                         | Золото                   | ПМ                                          | Оз. Шуезеро                                  | 654                                  |
| VI-7-26                         | Золото                   | ПМ                                          | Юг Лехтинской структуры                      | 654                                  |
| VI-7-29                         | Золото                   | ШО                                          | Хижъярви, оз.                                | 560                                  |
| VI-7-30                         | Золото                   | ШО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-7-31                         | Золото                   | ШО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-7-32                         | Золото                   | ШО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-7-33                         | Золото                   | ПМ                                          | Обн. 1380                                    | 665                                  |
| VI-7-34                         | Золото                   | ПМ                                          | Обн. 719                                     | 665                                  |
| VI-7-36                         | Золото                   | ЛО                                          | Без названия                                 | 560                                  |
| VI-7-37                         | Золото                   | ЛО                                          | Идель, оз., к югу                            | 560                                  |
| VI-8-7                          | Золото                   | ПМ                                          | Пайозеро                                     | 560                                  |
| VI-8-9                          | Золото                   | ПМ                                          | Бороварака                                   | 666                                  |
| VI-8-10                         | Золото                   | ПМ                                          | Река Летняя                                  | 666                                  |
| VI-8-13                         | Золото, молибден         | П                                           | Идельское                                    | 665                                  |
| VI-8-16                         | Золото                   | П                                           | Парандовское                                 | 665                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое       | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| Серебро                         |                           |                                             |                                              |                                      |
| II-8-2                          | Серебро                   | ПМ                                          |                                              | 582                                  |
| II-9-35                         | Серебро, цинк, графит     | ПМ                                          |                                              | 576                                  |
| III-6-11                        | Серебро                   | ПМ                                          | Без названия                                 | 246                                  |
| Платина и платиноиды            |                           |                                             |                                              |                                      |
| I-6-5                           | Платина                   | ПМ                                          | Северо-западный склон хр. Мончетундра        | 490                                  |
| I-6-9                           | Платина                   | ПМ                                          | Хр. Чунагудра                                | 490                                  |
| I-6-13                          | Платина                   | ПМ                                          | Северо-западный склон хр. Мончетундра        | 490                                  |
| I-6-15                          | Платина                   | ПМ                                          | Северо-западный склон хр. Мончетундра        | 490                                  |
| I-6-20                          | Платина, никель, медь     | МС/НР                                       | Вуручуайвенч                                 | 490                                  |
| I-6-21                          | Платина                   | ПМ                                          | Гора Мончетундра                             | 490                                  |
| I-6-23                          | Платина                   | ПМ                                          | Гора Мончетундра                             | 490                                  |
| I-6-24                          | Платина                   | ПМ                                          | Гора Мончетундра                             | 490                                  |
| I-6-29                          | Платина                   | ПМ                                          | Оз. Островское                               | 490                                  |
| I-6-35                          | Платина                   | ПМ                                          | Массив горы Майявр                           | 576                                  |
| I-6-37                          | Платина                   | ПМ                                          | Массив горы Майявр                           | 576                                  |
| I-6-42                          | Платина                   | ПМ                                          | Экостровские Проливы                         | 490                                  |
| I-7-51                          | Платина                   | ПМ                                          | К западу от горы Белая                       | 576                                  |
| I-9-13                          | Платина                   | П                                           | Западно-Панский участок                      | 165                                  |
| I-9-14                          | Платина, палладий, никель | МС/НР                                       | Киевей                                       | 165                                  |
| I-9-16                          | Платина, никель, медь     | МК/НР                                       | Федорова Тундра                              | 165                                  |
| I-9-19                          | Платина                   | П                                           | Восточно-Панский уч.                         | 165                                  |
| I-9-20                          | Платина                   | ММ/НР                                       | Чуарвы Восточное                             | 165                                  |
| II-5-7                          | Платина, палладий, золото | ПМ                                          | Обн. 3013, 3014                              | 564                                  |
| II-7-7                          | Платина, золото           | ПМ                                          | Уч. Железный                                 | 656                                  |
| II-7-8                          | Платина, золото           | ПМ                                          | Уч. Порьереченский                           | 656                                  |
| II-7-11                         | Платина, золото           | ПМ                                          | Уч. Плотицье                                 | 656                                  |
| II-7-13                         | Платина, золото           | ПМ                                          | Уч. Колвицкий-1                              | 656                                  |
| II-7-12                         | Платина, золото           | ПМ                                          | Уч. Колвицкий-2                              | 656                                  |
| III-4-6                         | Платина                   | П                                           | Восточное (Проявление № 2)                   | 605                                  |
| III-4-10                        | Платина, палладий         | П                                           | Западное                                     | 605                                  |
| III-4-11                        | Платина, палладий         | П                                           | Надежда                                      | 605                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| III-4-12                        | Платина             | П                                           | Восточное-КЗ (Критическая зона)              | 605                                  |
| III-4-13                        | Платина, палладий   | ПМ                                          | Проявление № 15                              | 605                                  |
| III-4-31                        | Платина             | П                                           | Кивакка                                      | 605                                  |
| III-7-26                        | Платина, золото     | ПМ                                          | Уч. Черная Салма                             | 561                                  |
| III-7-30                        | Платина, золото     | ПМ                                          | Уч. Чкаловский                               | 561                                  |
| III-7-33                        | Платина             | ПМ                                          | Уч. Климовский (р. Лоукса)                   | 501                                  |
| IV-7-2                          | Платина, золото     | ПМ                                          | Травяная Губа                                | 648                                  |
| <b>Радиоактивные элементы</b>   |                     |                                             |                                              |                                      |
| I-7-5                           | Уран                | П                                           | Козловское                                   | 490                                  |
| I-8-9                           | Уран                | ПМ                                          | Без названия                                 | 588                                  |
| I-8-12                          | Уран                | ПМ                                          | Без названия                                 | 567                                  |
| II-3-8                          | Уран, золото        | П                                           | Алим-Курсу-ярви                              | 111                                  |
| II-3-12                         | Уран                | П                                           | Илим-Курсу-ярви                              | 111                                  |
| II-3-14                         | Уран, золото        | П                                           | Куонаярви                                    | 111                                  |
| III-3-3                         | Уран, золото        | П                                           | Озерное                                      | 111                                  |
| III-3-4                         | Уран                | П                                           | Кварцевый                                    | 111                                  |
| III-3-5                         | Уран, золото        | П                                           | Лагерное                                     | 111                                  |
| III-3-7                         | Уран                | ПМ                                          | Кяси-ярви                                    | 111                                  |
| III-3-9                         | Уран                | ПМ                                          | Тунтури                                      | 111                                  |
| III-3-11                        | Уран                | ПМ                                          | Сиепи                                        | 111                                  |
| III-3-12                        | Уран                | ПМ                                          | Совайоки I                                   | 111                                  |
| III-3-13                        | Уран                | П                                           | Каутио                                       | 111                                  |
| III-3-14                        | Уран                | ПМ                                          | Альбит-I                                     | 111                                  |
| III-3-15                        | Уран                | ПМ                                          | Сирккаламмит                                 | 111                                  |
| III-3-16                        | Уран                | П                                           | Хейкин-ярви                                  | 108                                  |
| III-3-17                        | Уран                | ПМ                                          | Хейкин-вара                                  | 108                                  |
| III-3-20                        | Уран, золото        | П                                           | Киеккилампи                                  | 639                                  |
| III-4-14                        | Уран                | П                                           | Мянтю-йоки                                   | 108                                  |
| III-4-15                        | Уран                | ПМ                                          | Ристаниеми                                   | 108                                  |
| III-4-26                        | Уран                | П                                           | Корпела                                      | 108                                  |
| III-4-27                        | Уран, золото        | П                                           | Леппеля                                      | 108                                  |
| III-4-28                        | Уран                | ПМ                                          | Сува-лампи                                   | 108                                  |
| III-4-29                        | Уран, железо        | П                                           | Минавара                                     | 605                                  |
| IV-4-2                          | Уран, молибден      | П                                           | Кививарское                                  | 621                                  |
| VI-5-11                         | Уран                | П                                           | Нюк ЮВ, Ю                                    | 586                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта   | Полезное ископаемое                     | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| VI-5-12                           | Уран                                    | П                                           | Оз. Сухое                                    | 586                                  |
| VI-5-13                           | Уран                                    | П                                           | Кимасозеро I                                 | 586                                  |
| VI-5-14                           | Уран                                    | П                                           | М. Юдола                                     | 586                                  |
| VI-5-17                           | Уран                                    | П                                           | Пижма                                        | 586                                  |
| VI-5-20                           | Уран                                    | П                                           | Челмогора                                    | 584                                  |
| VI-5-22                           | Уран, золото                            | П                                           | Большозеро                                   | 584                                  |
| VI-5-32                           | Уран                                    | П                                           | Оз. Арно                                     | 585                                  |
| VI-5-33                           | Уран                                    | П                                           | Гора Карниз                                  | 585                                  |
| VI-6-6                            | Уран                                    | П                                           | Кюбярйини                                    | 385                                  |
| VI-7-14                           | Уран                                    | П                                           | Железные Ворота                              | 666                                  |
| VI-8-12                           | Уран                                    | П                                           | Красная Горка                                | 665                                  |
| VI-8-22                           | Уран                                    | ПМ                                          | Уч. Лавеаручей                               | 665                                  |
| <b>НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ</b> |                                         |                                             |                                              |                                      |
| <b>Оптические материалы</b>       |                                         |                                             |                                              |                                      |
| <b>Кварц оптический</b>           |                                         |                                             |                                              |                                      |
| V-7-9                             | Кварц оптический                        | П                                           | Жила-63                                      | 247                                  |
| V-7-13                            | Кварц оптический                        | П                                           | Жила-1101                                    | 247                                  |
| V-7-14                            | Кварц оптический                        | П                                           | Обн. 3085 (расчистка 54)                     | 247                                  |
| <b>Химическое сырьё</b>           |                                         |                                             |                                              |                                      |
| I-6-28                            | Серный колчедан                         | ПМ                                          | Северный берег губы Витегуба                 | 576                                  |
| I-7-50                            | Серный колчедан                         | ММ                                          | Тахтарвумчор                                 | 576                                  |
| I-7-66                            | Серный колчедан                         | П                                           | Пирроотиновое ущелье                         | 576                                  |
| I-7-67                            | Серный колчедан                         | П                                           | Ловчорское                                   | 490                                  |
| I-7-71                            | Серный колчедан, золото                 | П                                           | Скв. 315                                     | 576                                  |
| I-8-37                            | Серный колчедан                         | ПМ                                          | Канавы 295                                   | 576                                  |
| II-8-12                           | Серный колчедан                         | ПМ                                          | Зап. берег Мунозеро                          | 576                                  |
| II-8-20                           | Серный колчедан, графит                 | П                                           | Верхневаловатое                              | 576                                  |
| II-9-12                           | Серный колчедан                         | П                                           | Река Руокса                                  | 576                                  |
| II-9-22                           | Серный колчедан, графит                 | П                                           | Уч. IV, скв. 1, 2                            | 576                                  |
| II-9-26                           | Серный колчедан                         | ПМ                                          | Канавы 305, 307, 328                         | 576                                  |
| VI-8-14                           | Серный колчедан, молибден, золото, уран | П                                           | Уч. Идельский                                | 665                                  |
| VI-8-16                           | Серный колчедан                         | МК/ГР                                       | Парандовское                                 | 665                                  |
| IV-6-8                            | Флюорит                                 | П                                           | Пиргимгорское                                | 327                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое                      | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| II-3-10                         | Барит, флогопит, вермикулит              | П                                           | Салланлатва                                  | 567                                  |
| I-4-9                           | Карбонатит                               | МК/Э                                        | Ена-Ковдорское                               | 328                                  |
| III-5-29                        | Карбонатит, апатит, железоз              | П                                           | Восточно-Карбонатитовое                      | 607                                  |
| <b>Минеральные удобрения</b>    |                                          |                                             |                                              |                                      |
| <b>А п а т и т</b>              |                                          |                                             |                                              |                                      |
| I-4-8                           | Апатит                                   | ММ/ГР                                       | Ковдорское апатит-карбонатное                | 295                                  |
| I-7-13                          | Апатит, алюминий, стронций, редкие земли | МК/ГР                                       | Партомчорр                                   | 660                                  |
| I-7-17                          | Апатит, алюминий                         | ММ/ГР                                       | Куэльпор                                     | 660                                  |
| I-7-28                          | Апатит                                   | ММ                                          | Снежный Цирк                                 | 660                                  |
| I-7-47                          | Апатит, алюминий, титан, редкие земли    | МК/Э                                        | Кукисвумчоррское                             | 660                                  |
| I-7-48                          | Апатит, алюминий, железоз, редкие земли  | МК/Э                                        | Юкспорр                                      | 660                                  |
| I-7-54                          | Апатит, алюминий, стронций, редкие земли | МС/Э                                        | Апатитовый Цирк                              | 660                                  |
| I-7-55                          | Апатит, алюминий, стронций, редкие земли | МК/Э                                        | Плато Расвумчорр                             | 660                                  |
| I-7-56                          | Апатит, алюминий                         | МК/ГР                                       | Эвеслогчоррское                              | 660                                  |
| I-8-24                          | Апатит, алюминий, стронций, редкие земли | МК/Э                                        | Коашвинское                                  | 660                                  |
| I-8-25                          | Апатит, алюминий, стронций, редкие земли | МС/Э                                        | Ньоркпахк                                    | 660                                  |
| I-8-26                          | Апатит, алюминий, стронций, редкие земли | МК/ПО                                       | Олений Ручей                                 | 660                                  |
| I-9-2                           | Апатит                                   | ММ/ГР                                       | Вавнбед                                      |                                      |
| II-4-6                          | Апатит                                   | ММ                                          | Вуориярви                                    | 567                                  |
| I-7-10                          | Апатит                                   | П                                           | Лявочоррское                                 | 660                                  |
| I-7-11                          | Апатит                                   | П                                           | Валепахк                                     | 660                                  |
| I-7-12                          | Апатит                                   | П                                           | Путеличорр                                   | 660                                  |
| I-7-20                          | Апатит                                   | П                                           | Северный Поачвумчорр                         | 660                                  |
| I-7-23                          | Апатит                                   | П                                           | Пик Марченко                                 | 660                                  |
| I-7-24                          | Апатит                                   | П                                           | Главная жила                                 | 660                                  |
| I-7-45                          | Апатит                                   | П                                           | Оз. Мал. Вудъявр                             | 660                                  |
| I-8-18                          | Апатит                                   | П                                           | Куйвчорр                                     | 567                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта         | Полезное ископаемое          | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|-----------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-8-23                                  | Апатит                       | П                                           | Тулъюкское                                   | 660                                  |
| II-6-8                                  | Апатит                       | П                                           | Кандагубское                                 | 659                                  |
| III-5-23                                | Апатит                       | П                                           | Карбонатитовое                               | 607                                  |
| III-5-24                                | Апатит                       | П                                           | Восточное                                    | 607                                  |
| III-5-25                                | Апатит                       | П                                           | Восточно-Карбонатитовое                      | 607                                  |
| <b>Керамическое и огнеупорное сырьё</b> |                              |                                             |                                              |                                      |
| К в а р ц                               |                              |                                             |                                              |                                      |
| I-4-10                                  | Кварц                        | МС/ГР                                       | Перчатка                                     | 295                                  |
| II-4-3                                  | Кварц жильный                | ММ/ГР                                       | Алакурттинское                               | 386                                  |
| III-7-22                                | Кварц, пегматит керамический | ММ/ГР                                       | Малиновая Варакка                            | 246                                  |
| VI-8-1                                  | Кварц                        | МК                                          | Роза Ламби                                   | 327                                  |
| VI-8-6                                  | Кварц                        | ММ/ГР                                       | Слюдяной Бор                                 | 570                                  |
| II-4-7                                  | Кварц                        | П                                           | Намаварский                                  | 386                                  |
| Пегматит керамический                   |                              |                                             |                                              |                                      |
| I-4-1                                   | Пегматит керамический        | МК/ГР                                       | Отрадное                                     | 567                                  |
| I-5-6                                   | Пегматит керамический        | МК/Э                                        | Куру-ваара                                   | 446                                  |
| III-6-9                                 | Пегматит керамический, кварц | ММ/ГР                                       | Тэдино                                       | 246                                  |
| III-6-16                                | Пегматит керамический        | ММ/ГР                                       | Карельское                                   | 246                                  |
| III-7-8                                 | Пегматит керамический, кварц | МК/Э                                        | Хетоламбино                                  | 246                                  |
| III-7-9                                 | Пегматит керамический        | МК/Э                                        | Уракко-Озеро                                 | 246                                  |
| III-7-15                                | Пегматит керамический        | МС/ГР                                       | Кривое Озеро                                 | 246                                  |
| III-7-29                                | Пегматит керамический        | МС/Э                                        | Месторождение им. Чкалова                    | 246                                  |
| III-7-37                                | Пегматит керамический, кварц | ММ/ГР                                       | Плотина                                      | 246                                  |
| VI-8-6                                  | Пегматит керамический        | МС/ГР                                       | Слюдяной Бор                                 | 570                                  |
| II-4-3                                  | Пегматит керамический        | П                                           | Алакурттинское                               | 246                                  |
| <b>Высокоглиноземистое сырьё</b>        |                              |                                             |                                              |                                      |
| IV-6-1                                  | Кианит                       | МК/ПО                                       | Хизовара                                     | 86                                   |
| I-8-5                                   | Силлиманит                   | П                                           | Сев. Пьялкимпорр                             | 362                                  |
| I-8-7                                   | Силлиманит                   | П                                           | Ловозерское                                  | 362                                  |
| II-6-11                                 | Кианит                       | П                                           | Лягкомина                                    | 225                                  |
| III-5-2                                 | Кианит                       | П                                           | Серцевинное                                  | 605                                  |
| VI-8-4                                  | Кианит                       | П                                           | Удинское                                     | 572                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-7-85                          | Оливинит            | МС/ГР                                       | Хабозерское                                  | 490                                  |
| <b>Абразивные материалы</b>     |                     |                                             |                                              |                                      |
| <b>Г р а н а т</b>              |                     |                                             |                                              |                                      |
| V-8-6                           | Гранат              | МК                                          | Еловый Наволок                               | 505                                  |
| V-8-7                           | Гранат              | МК                                          | Шуерецкое                                    | 505                                  |
| I-7-82                          | Гранат              | ПМ                                          | Хабозерское                                  | 490                                  |
| I-7-83                          | Гранат              | ПМ                                          | Снежное                                      | 490                                  |
| I-9-3                           | Гранат              | П                                           | Сев. Пессарьок                               | 573                                  |
| I-9-4                           | Гранат              | П                                           | Тахлетуайв                                   | 573                                  |
| II-4-1                          | Гранат, кианит      | ПМ                                          | Келес-Уайв                                   | 580                                  |
| II-6-3                          | Гранат              | ПМ                                          | Кандалакшское                                | 225                                  |
| II-6-4                          | Гранат              | ПМ                                          | Гора Средняя                                 | 225                                  |
| II-6-5                          | Гранат              | ПМ                                          | Крестовое                                    | 225                                  |
| II-6-6                          | Гранат              | ПМ                                          | Ср. Лувеньгское                              | 225                                  |
| II-6-7                          | Гранат              | ПМ                                          | Лувеньга                                     | 225                                  |
| II-7-5                          | Гранат              | ПМ                                          | Колвицкое                                    | 225                                  |
| III-6-21                        | Гранат              | П                                           | Уни-озеро                                    | 580                                  |
| IV-6-3                          | Гранат              | ПМ                                          | Шаривара                                     | 580                                  |
| IV-6-6                          | Гранат              | П                                           | Леномское                                    | 580                                  |
| IV-7-4                          | Гранат              | П                                           | Уч. Гранатовый                               | 580                                  |
| V-8-3                           | Гранат              | П                                           | Кислячиха                                    | 580                                  |
| V-8-4                           | Гранат              | П                                           | Кужручейское                                 | 580                                  |
| VI-9-1                          | Гранат              | П                                           | Кузостровское                                | 580                                  |
| <b>Горнотехническое сырье</b>   |                     |                                             |                                              |                                      |
| <b>А с б е с т</b>              |                     |                                             |                                              |                                      |
| I-3-2                           | Асбест              | П                                           | Терма-тундра                                 | 286                                  |
| I-3-7                           | Асбест              | П                                           | Карека-тундра                                | 286                                  |
| I-7-49                          | Асбест              | П                                           | Поварское                                    | 576                                  |
| II-3-17                         | Хризотил-асбест     | П                                           | Ахвенярвинское                               | 303                                  |
| III-5-11                        | Асбест, медь        | П                                           | Ханкус                                       | 605                                  |
| III-7-31                        | Асбест              | ПМ                                          | Река Кереть                                  | 246                                  |
| III-7-43                        | Асбест              | ПМ                                          | Оз. Ригач                                    | 246                                  |
| <b>М у с к о в и т</b>          |                     |                                             |                                              |                                      |
| I-3-8                           | Мусковит            | ММ/ГР                                       | Улмапальякко                                 | 286                                  |
| I-4-11                          | Мусковит            | ММ/ГР                                       | Восточно-Ягельное                            | 567                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Полезное ископаемое                    | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| I-4-12                          | Мусковит                               | МК/ГР                                       | Енское                                       | 567                                  |
| I-4-13                          | Мусковит                               | МК/ГР                                       | Рубиновое                                    | 567                                  |
| I-4-14                          | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Келес-Уайв                                   | 567                                  |
| I-5-7                           | Мусковит                               | МК/Э                                        | Риколатвинское                               | 446                                  |
| I-5-8                           | Мусковит                               | МК/ГР                                       | Высокое                                      | 446                                  |
| II-4-2                          | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Пайв-Ойва                                    | 386                                  |
| II-5-1                          | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Сильт-Ойва                                   | 351                                  |
| II-5-2                          | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Дальнее                                      | 351                                  |
| II-5-3                          | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Кайта-Тундра                                 | 351                                  |
| II-5-4                          | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Рябиновое                                    | 351                                  |
| II-5-5                          | Мусковит                               | МС/ГР                                       | Неблогорское                                 | 351                                  |
| II-5-6                          | Мусковит                               | МС/ГР                                       | Кудозерское                                  | 351                                  |
| II-6-13                         | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Княжая                                       | 225                                  |
| III-6-5                         | Мусковит, пегматит керамический        | ММ/ГР                                       | Нигрозеро                                    | 246                                  |
| III-6-9                         | Мусковит                               | МС/ГР                                       | Тэдино                                       | 246                                  |
| III-6-16                        | Мусковит, кварц                        | МС/ГР                                       | Карельское                                   | 246                                  |
| III-6-20                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Северная Варака                              | 246                                  |
| III-7-7                         | Мусковит, кварц, пегматит керамический | МС/ГР                                       | Станционное                                  | 246                                  |
| III-7-8                         | Мусковит, беломорит                    | ММ/ГР                                       | Хетоламбино                                  | 246                                  |
| III-7-15                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Кривое Озеро                                 | 246                                  |
| III-7-17                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Пулонгское оз., южный берег                  | 246                                  |
| III-7-21                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Северный берег Чупинской губы                | 246                                  |
| III-7-22                        | Мусковит                               | МС/ГР                                       | Малиновая Варака                             | 246                                  |
| III-7-23                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Шатков Бор                                   | 246                                  |
| III-7-29                        | Мусковит, кварц                        | ММ/Э                                        | Месторождение им. Чкалова                    | 246                                  |
| III-7-37                        | Мусковит                               | МК/ГР                                       | Плотина                                      | 246                                  |
| III-7-38                        | Мусковит, кварц                        | ММ/ГР                                       | Слюдозеро                                    | 246                                  |
| III-7-39                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Лоушки                                       | 246                                  |
| III-7-41                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Полубояры                                    | 246                                  |
| III-7-42                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Постельное озеро                             | 246                                  |
| III-7-44                        | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Никонова Варака                              | 246                                  |
| IV-6-7                          | Мусковит,                              | ММ/ГР                                       | Пиртима                                      | 163                                  |
| IV-7-1                          | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Пиртозеро                                    | 163                                  |
| V-8-2                           | Мусковит                               | ММ/ГР                                       | Подужемье-Половина                           | 505                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта       | Полезное ископаемое     | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| VI-8-6                                | Мусковит                | МК/ГР                                       | Слюдяной Бор                                 | 570                                  |
| II-4-3                                | Мусковит                | П                                           | Алакерттинское                               | 386                                  |
| <b>Вермикулит</b>                     |                         |                                             |                                              |                                      |
| I-4-5                                 | Вермикулит              | МС/Э                                        | Ковдорское флогопит-вермикулитовое           | 295                                  |
| I-6-44                                | Вермикулит              | П                                           | Африкандовское                               | 490                                  |
| II-4-6                                | Вермикулит              | П                                           | Вуориярви                                    | 567                                  |
| <b>Флогопит</b>                       |                         |                                             |                                              |                                      |
| I-4-5                                 | Флогопит                | МК/Э                                        | Ковдорское флогопит-вермикулитовое           | 295                                  |
| II-4-6                                | Флогопит                | П                                           | Вуориярви                                    | 567                                  |
| <b>Тальк и талькохлорит</b>           |                         |                                             |                                              |                                      |
| II-3-4                                | Талькохлорит            | П                                           | Осмийокское                                  | 303                                  |
| II-3-6                                | Талькохлорит            | П                                           | Сев.-Апаярвинское                            | 303                                  |
| VI-4-4                                | Тальк                   | П                                           | Лесное                                       | 327                                  |
| VI-4-12                               | Тальк                   | П                                           | Нильма-губа                                  | 327                                  |
| VI-4-13                               | Тальк                   | П                                           | Река Каменная                                | 327                                  |
| <b>Графит</b>                         |                         |                                             |                                              |                                      |
| II-8-15                               | Графит                  | ПМ                                          | Канозерское                                  | 576                                  |
| II-8-17                               | Графит                  | ПМ                                          | Лямукса                                      | 576                                  |
| II-8-21                               | Графит                  | ПМ                                          | Умбинское                                    | 576                                  |
| II-9-10                               | Графит                  | П                                           | Уч. I                                        | 576                                  |
| II-9-23                               | Графит                  | П                                           | Уч. V                                        | 576                                  |
| II-9-28                               | Графит                  | ПМ                                          | Индель                                       | 576                                  |
| II-9-31                               | Графит                  | ПМ                                          | Индель                                       | 576                                  |
| II-9-32                               | Графит                  | ПМ                                          | Обн. 2077–2080                               | 576                                  |
| II-9-34                               | Графит                  | ПМ                                          | Варзуга                                      | 576                                  |
| II-9-37                               | Графит, золото, серебро | ПМ                                          | Обн. 9                                       | 576                                  |
| <b>Драгоценные и поделочные камни</b> |                         |                                             |                                              |                                      |
| <b>Алмаз</b>                          |                         |                                             |                                              |                                      |
| II-4-8                                | Алмаз                   | ШО                                          |                                              | 386                                  |
| III-4-1                               | Алмаз                   | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| III-4-5                               | Алмаз                   | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| III-9-5                               | Алмазы                  | П                                           | Ермаковский                                  | 597                                  |
| V-4-2                                 | Алмаз                   | П                                           | Корпангское                                  | 327                                  |
| V-4-14                                | Алмаз                   | П                                           | Костомукшское                                | 652                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта            | Полезное ископаемое          | Характер объекта / Промышленная освоённость | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|--------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| VI-4-2                                     | Алмаз                        | П                                           | Таловейский лампроитовый куст                | 327                                  |
| VI-4-10                                    | Алмаз                        | ПМ                                          | Контотское                                   | 652                                  |
| <b>Камни поделочные</b>                    |                              |                                             |                                              |                                      |
| I-7-32                                     | Тингуаит, поделочная брекчия | ММ                                          | Поачвумчоррское                              | 490                                  |
| I-7-42                                     | Тингуаит, поделочная брекчия | ММ                                          | Тахтарвумчоррское                            | 490                                  |
| III-7-6                                    | Корунд                       | ММ*                                         | Хетостров                                    | 246                                  |
| III-9-7                                    | Аметист                      | ММ                                          | Кашкаранское                                 | 580                                  |
| IV-6-7                                     | Амазонит                     | ММ                                          | Пиргима                                      | 327                                  |
| VI-8-6                                     | Беломорит                    | ММ                                          | Слюдяной Бор                                 | 570                                  |
| I-4-2                                      | Корунд                       | П                                           | Перкуселья II                                | 660                                  |
| I-4-3                                      | Корунд                       | П                                           | Перкуселья I                                 | 660                                  |
| I-6-48                                     | Поделочная брекчия           | П                                           | Хабозерское                                  | 580                                  |
| I-7-18                                     | Астрофиллит                  | П                                           | Водораздельное                               | 660                                  |
| I-7-29                                     | Астрофиллит                  | П                                           | Жила Семихинская                             | 660                                  |
| I-7-33                                     | Корунд                       | П                                           | Руч. Свинцовый                               | 490                                  |
| I-7-35                                     | Корунд                       | П                                           | Руч. Корундовый. Жила 3                      | 490                                  |
| I-7-37                                     | Корунд                       | П                                           | Синий Платочек. Жилы 1 и 2                   | 490                                  |
| I-7-39                                     | Астрофиллит                  | П                                           | Любительское                                 | 490                                  |
| I-7-40                                     | Астрофиллит                  | П                                           | Эвеслогчоррское                              | 490                                  |
| III-6-8                                    | Корунд                       | ПМ                                          | Миронова Губа                                | 572                                  |
| III-6-10                                   | Корунд                       | П                                           | Дядина Гора                                  | 572                                  |
| III-7-35                                   | Корунд, золото, серебро      | П                                           | Варацкое                                     | 572                                  |
| <b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>              |                              |                                             |                                              |                                      |
| <b>Магматические породы</b>                |                              |                                             |                                              |                                      |
| <b>Кислые и средние интрузивные породы</b> |                              |                                             |                                              |                                      |
| I-6-43                                     | Гранитогайеис                | ММ/ГР                                       | Карьер АЭС                                   | 490                                  |
| I-6-45                                     | Гнейс биотитовый             | ММ/ГР                                       | Камка                                        | 490                                  |
| I-6-47                                     | Гнейс биотитовый             | ММ/ГР                                       | Мус-Озеро                                    | 328                                  |
| II-6-1                                     | Гнейс биотитовый             | ММ/ГР                                       | Нива II                                      | 328                                  |
| II-8-25                                    | Гранодиорит                  | ММ/Э                                        | Сормозерское                                 | 614                                  |
| III-6-13                                   | Гранит                       | ММ/ГР                                       | Винча                                        | 246                                  |
| III-6-14                                   | Гранит                       | ММ/ГР                                       | Винча-2                                      | 246                                  |
| III-6-29                                   | Гранит                       | ММ/Э                                        | Калгувара                                    | 246                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта    | Полезное ископаемое | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| III-7-5                            | Гнейс биотитовый    | МС/ПО                                       | Уракко-Озеро                                 | 328                                  |
| III-7-24                           | Гранитогнейс        | МС/ГР                                       | Шатков Бор                                   | 246                                  |
| III-7-40                           | Гранит              | ММ/ПО                                       | Слюдозеро                                    | 246                                  |
| III-8-3                            | Гранит              | МС/Э                                        | Кузреченское                                 | 328                                  |
| V-7-2                              | Гранит              | ММ/ПО                                       | Летнереченское                               | 328                                  |
| V-8-5                              | Гранитогнейс        | МС/ПО                                       | Шуеречкое                                    | 328                                  |
| VI-8-2                             | Гранитогнейс        | ММ/Э                                        | Беломорское                                  | 328                                  |
| VI-8-3                             | Гнейсогранит        | МС/ГР                                       | Чуккури-Гора                                 | 625                                  |
| I-4-4                              | Гнейсодиорит        | ММ/ГР                                       | Диоритовое                                   | 328                                  |
| <b>Основные интрузивные породы</b> |                     |                                             |                                              |                                      |
| I-5-2                              | Габбронорит         | ММ/ГР                                       | Ена-2                                        | 577                                  |
| I-5-3                              | Габбронорит         | ММ/Э                                        | Енское                                       | 577                                  |
| I-5-4                              | Габбронорит         | ММ/Э                                        | Кулос                                        | 577                                  |
| I-6-6                              | Пироксенит          | ММ/ГР                                       | Мончегорское                                 | 328                                  |
| I-6-22                             | Габбро              | ММ/ГР                                       | Габбро-Монче                                 | 328                                  |
| I-6-32                             | Габбро              | ММ/ГР                                       | Мончетундровское                             | 328                                  |
| I-7-60                             | Хибинит             | ММ/В                                        | Айкуайвенчорр                                | 490                                  |
| I-7-61                             | Хибинит             | ММ/Э                                        | Ловчорр                                      | 490                                  |
| I-7-69                             | Метагаббродиабаз    | ММ/ГР                                       | Прихибинское                                 | 490                                  |
| II-6-14                            | Габбро-норит        | ММ/ГР                                       | Кюлявара                                     | 600                                  |
| III-6-6                            | Пироксенит          | ММ/ПО                                       | Сопка Бунтина                                | 246                                  |
| III-6-7                            | Амфиболит           | ММ/ПО                                       | Нигрозеро                                    | 246                                  |
| III-7-27                           | Габбро-норит        | МК/ПО                                       | Черная Салма                                 | 246                                  |
| III-7-28                           | Амфиболит           | ММ/ПО                                       | Левин Бор                                    | 246                                  |
| V-7-3                              | Габбродиабаз        | ММ/Э                                        | Авнепорожское                                | 328                                  |
| VI-8-5                             | Амфиболит           | МС/ПО                                       | Рамручейское                                 | 328                                  |
| <b>Кислые эффузивные породы</b>    |                     |                                             |                                              |                                      |
| V-4-13                             | Геллефлинт          | МК/Э                                        | Костомукшское                                | 618                                  |
| <b>Карбонатные породы</b>          |                     |                                             |                                              |                                      |
| I-7-76                             | Известняк, доломит  | ММ/ГР                                       | Титан                                        | 328                                  |
| <b>Прочие полезные ископаемые</b>  |                     |                                             |                                              |                                      |
| I-6-26                             | Кварцит             | ММ                                          | Щучья губа                                   | 490                                  |
| I-7-6                              | Кварцит             | ММ/ГР                                       | Вуручайвенч                                  | 490                                  |
| I-7-7                              | Кварцит             | ММ/ГР                                       | Рижгубское                                   | 490                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта                    | Полезное ископаемое       | Характер объекта / Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ</b>                              |                           |                                             |                                              |                                      |
| I-6-14                                             | Вода лечебная минеральная | ММ/ГР                                       | Мончегорское                                 | 490                                  |
| VI-5-11                                            | Воды радоновые            | ИП                                          | Нюк ЮВ, Ю                                    | 586                                  |
| VI-5-12                                            | Воды радоновые            | ИП                                          | Оз. Сухое                                    | 586                                  |
| VI-5-13                                            | Воды радоновые            | ИП                                          | Кимасозеро I                                 | 586                                  |
| VI-5-14                                            | Воды радоновые            | ИП                                          | М. Юдола                                     | 586                                  |
| <b>Шлиховые ореолы минералов-спутников алмазов</b> |                           |                                             |                                              |                                      |
| III-9-1                                            | Хромдиоксид               | ШО                                          |                                              | 597                                  |
| III-9-2                                            | Хромдиоксид               | ШО                                          |                                              | 597                                  |
| III-9-3                                            | Пироп                     | ШО                                          |                                              | 597                                  |
| III-9-4                                            | Пироп                     | ШО                                          |                                              | 597                                  |
| III-9-6                                            | Хромдиоксид               | ШО                                          |                                              | 597                                  |
| IV-4-1                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 597                                  |
| IV-5-3                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| IV-5-4                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| IV-5-5                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| IV-5-6                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| IV-6-9                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| IV-6-10                                            | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| V-4-1                                              | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| V-5-1                                              | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| V-7-1                                              | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| V-7-8                                              | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| VI-4-1                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 652                                  |
| VI-4-15                                            | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| VI-5-1                                             | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 652                                  |
| VI-5-25                                            | Спутники алмазов          | ШО                                          |                                              | 243                                  |
| VI-6-1                                             | Спутники алмазов          | СА                                          |                                              | 243                                  |

**Каталог объектов полезных ископаемых и их прямых признаков,  
показанных на карте четвертичных образований листа Q-(35), 36 – Апатиты  
Госгеолкарты РФ масштаба 1 : 1 000 000**

| Индекс квадрата и номер объекта   | Характер объекта/<br>Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Твердые горючие ископаемые</b> |                                               |                                              |                                      |
| Т о р ф                           |                                               |                                              |                                      |
| I-7-94                            | МК                                            | Охто-Киндский                                | 438                                  |
| I-7-95                            | МК                                            | Воронье                                      | 438                                  |
| I-9-22                            | МК                                            | Курга                                        | 438                                  |
| I-9-23                            | МК                                            | Без названия                                 | 438                                  |
| II-7-20                           | МК                                            | Гусиное                                      | 438                                  |
| II-8-27                           | МК                                            | Полисарка                                    | 438                                  |
| II-8-28                           | МК                                            | Кислое                                       | 438                                  |
| II-8-30                           | МК                                            | Лямукса                                      | 438                                  |
| II-9-38                           | МК                                            | Усть-Индельское                              | 438                                  |
| II-9-39                           | МК                                            | Силюанское                                   | 438                                  |
| III-6-32                          | МК                                            | Ковда-Полярный                               | 437                                  |
| III-7-48                          | МК                                            | Боярское III                                 | 437                                  |
| III-9-8                           | МК                                            | Оленица                                      | 437                                  |
| IV-7-5                            | МК                                            | Боярское I                                   | 437                                  |
| IV-7-8                            | МК                                            | Боярское II                                  | 437                                  |
| IV-7-9                            | МК                                            | Ундукское II                                 | 437                                  |
| IV-7-10                           | МК                                            | Энгозеро, ст., к юго-западу                  | 437                                  |
| IV-7-11                           | МК                                            | Вангозерское                                 | 437                                  |
| IV-7-12                           | МК                                            | Гагарино                                     | 437                                  |
| IV-7-13                           | МК                                            | Куземское                                    | 437                                  |
| IV-7-14                           | МК                                            | Янецозерское                                 | 437                                  |
| IV-7-15                           | МК                                            | Березовское                                  | 437                                  |

П р и н я т ы е с о к р а щ е н и я : МК – месторождение крупное; МС – месторождение среднее; ММ – месторождение мелкое; СС – водоносные скважины, среднее месторождение; СП – водоносные скважины, проявление; ИС – источник, среднее месторождение; ИП – источник вод, проявление; П – рудопроявление; ПМ – пункт минерализации; ГР – Государственный резерв; Э – эксплуатируемые; ПО – подготовленные к освоению; НР – находящиеся в разведке и изучении; В – выработанные; ПГМ – песчано-гравийный материал; Обн. – обнажение, ШО – шлиховой ореол, ЛО – литогеохимический ореол. При перечислении полезные компоненты указаны в порядке убывания значимости.

| Индекс квадрата и номер объекта | Характер объекта/<br>Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| IV-8-6                          | МК                                            | Энгозерский                                  | 437                                  |
| IV-8-7                          | МК                                            | Сигозерское                                  | 437                                  |
| IV-8-8                          | МК                                            | Хлебное I                                    | 437                                  |
| IV-8-9                          | МК                                            | Хлебное II                                   | 437                                  |
| IV-8-10                         | МК                                            | Еловое                                       | 437                                  |
| IV-8-11                         | МК                                            | Придорожное                                  | 437                                  |
| IV-8-12                         | МК                                            | Приморское                                   | 437                                  |
| IV-8-13                         | МК                                            | Центральное                                  | 437                                  |
| V-6-23                          | МК                                            | Гутту                                        | 437                                  |
| V-6-24                          | МК                                            | Волки-Шуо                                    | 437                                  |
| V-6-25                          | МК                                            | Котелово-Шуо                                 | 437                                  |
| V-6-26                          | МК                                            | Тавашка                                      | 437                                  |
| V-6-28                          | МК                                            | Кужатоя                                      | 437                                  |
| V-6-29                          | МК                                            | Шалоя-Оя                                     | 437                                  |
| V-6-30                          | МК                                            | Кепашуо                                      | 437                                  |
| V-6-31                          | МК                                            | Юпяуж-Шуо                                    | 437                                  |
| V-6-32                          | МК                                            | Пушкас-Суо                                   | 437                                  |
| V-7-25                          | МК                                            | Рогозерское I                                | 437                                  |
| V-7-26                          | МК                                            | Черная                                       | 437                                  |
| V-7-27                          | МК                                            | Летняя                                       | 437                                  |
| V-8-8                           | МК                                            | Поньгомское                                  | 437                                  |
| V-8-9                           | МК                                            | Южно-Поньгомское                             | 437                                  |
| V-8-10                          | МК                                            | Безымянное                                   | 437                                  |
| V-8-11                          | МК                                            | Прилетненское                                | 437                                  |
| V-8-12                          | МК                                            | Северо-Подужемское                           | 437                                  |
| V-8-13                          | МК/ГР                                         | Кемское                                      | 437                                  |
| V-8-15                          | МК                                            | Большой Мох                                  | 437                                  |
| V-8-16                          | МК                                            | Шуерецкое                                    | 437                                  |
| V-8-17                          | МК                                            | У Падуна                                     | 437                                  |
| V-8-19                          | МК                                            | Лейп-Ручей                                   | 437                                  |
| VI-6-14                         | МК                                            | Колонг                                       | 437                                  |
| VI-6-15                         | МК                                            | Гонгузоя                                     | 437                                  |
| VI-8-24                         | МК                                            | Угрюмый Бор                                  | 437                                  |
| VI-8-26                         | МК                                            | Каменное                                     | 437                                  |
| VI-8-28                         | МК                                            | Чуккор                                       | 437                                  |
| VI-8-30                         | МК                                            | Маткожня                                     | 437                                  |
| VI-8-32                         | МК                                            | Залозный Мох                                 | 437                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта         | Характер объекта/<br>Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| VI-8-33                                 | МК                                            | Малая Сибирь                                 | 437                                  |
| VI-8-34                                 | МК/ГР                                         | Болото № 2                                   | 437                                  |
| VI-8-35                                 | МК/ГР                                         | Суурисуо                                     | 437                                  |
| VI-8-36                                 | МК                                            | Большая Сибирь                               | 437                                  |
| VI-8-37                                 | МК                                            | Болото № 3                                   | 437                                  |
| VI-8-38                                 | МК                                            | Болото № 6                                   | 437                                  |
| VI-8-41                                 | МК                                            | Болото № 7                                   | 437                                  |
| VI-9-2                                  | МК                                            | Великий Мох                                  | 437                                  |
| VI-9-3                                  | МК                                            | Лесное                                       | 437                                  |
| VI-9-4                                  | МК                                            | Яроховский Мох                               | 437                                  |
| VI-9-5                                  | МК                                            | Куно-Мох                                     | 437                                  |
| VI-9-7                                  | МК                                            | Сележный Мох                                 | 437                                  |
| VI-9-8                                  | МК                                            | Сельгозерский Мох                            | 437                                  |
| VI-9-9                                  | МК                                            | Ухтица                                       |                                      |
| <b>Керамическое и огнеупорное сырье</b> |                                               |                                              |                                      |
| Стекольный песок                        |                                               |                                              |                                      |
| I-7-87                                  | МС/ГР                                         | Гольцовское                                  | 328                                  |
| <b>Абразивные материалы</b>             |                                               |                                              |                                      |
| Диатомит                                |                                               |                                              |                                      |
| I-6-50                                  | ММ/ГР                                         | Окуневое                                     | 328                                  |
| I-6-51                                  | ММ/ГР                                         | Травяное                                     | 328                                  |
| I-7-86                                  | ММ/ГР                                         | Оз. Веске-Ламбина                            | 328                                  |
| III-7-46                                | ММ                                            | Вайвасозеро                                  | 327                                  |
| III-7-47                                | ММ                                            | Ряпуксозеро                                  | 327                                  |
| IV-5-9                                  | ММ                                            | Кяпельское                                   | 327                                  |
| IV-7-7                                  | ММ                                            | Ламбина Амбарная                             | 327                                  |
| <b>Строительные материалы</b>           |                                               |                                              |                                      |
| Глины кирпичные                         |                                               |                                              |                                      |
| II-8-33                                 | ММ/ГР                                         | Каленгозерский Ручей                         | 599                                  |
| III-4-36                                | ММ/ГР                                         | Варгаламбина                                 | 504                                  |
| III-6-33                                | ММ                                            | Чупинское                                    | 327                                  |
| III-9-9                                 | МС/ГР                                         | Ермаковское                                  | 596                                  |
| IV-5-10                                 | ММ                                            | Софпорогское                                 | 327                                  |
| V-8-14                                  | ММ                                            | Кемское                                      | 327                                  |
| V-8-18                                  | ММ/ГР                                         | Шуерецкое                                    | 327                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Характер объекта/<br>Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| VI-8-25                         | ММ                                            | Сорокское                                    | 327                                  |
| VI-8-31                         | ММ                                            | Шижненское                                   | 327                                  |
| VI-8-40                         | ММ/ГР                                         | Летнереченское                               | 327                                  |
| Песчано-гравийный материал      |                                               |                                              |                                      |
| I-4-16                          | ММ/ГР                                         | Северное                                     | 328                                  |
| I-4-17                          | ММ/Э                                          | Южное                                        | 328                                  |
| I-5-9                           | МС/ГР                                         | Уполакша-2                                   | 328                                  |
| I-5-10                          | ММ/ГР                                         | Пограничное                                  | 328                                  |
| I-6-52                          | ММ/Э                                          | Большое Кумужье                              | 490                                  |
| I-6-53                          | ММ/Э                                          | Ниттис                                       | 328                                  |
| I-6-55                          | ММ/ГР                                         | Высокое                                      | 328                                  |
| I-6-56                          | ММ/Э                                          | Ламбина                                      | 490                                  |
| I-6-57                          | ММ/Э                                          | Кислый                                       | 490                                  |
| I-6-58                          | ММ                                            | Узкая Салма                                  | 490                                  |
| I-6-60                          | ММ/ГР                                         | Большое Савино                               | 490                                  |
| I-7-89                          | ММ/Э                                          | Кукисвумчорр                                 | 328                                  |
| I-7-91                          | ММ/Э                                          | ГРЭС                                         | 490                                  |
| I-7-92                          | ММ/Э                                          | Хибинское                                    | 328                                  |
| I-7-93                          | ММ/Э                                          | 26-й км                                      | 490                                  |
| I-8-40                          | ММ/ГР                                         | Пунча                                        | 328                                  |
| I-8-42                          | ММ/ГР                                         | Луппельярвр                                  | 328                                  |
| I-8-43                          | ММ/ГР                                         | Коашва I                                     | 328                                  |
| I-8-45                          | ММ/ГР                                         | Северная Кица                                | 328                                  |
| I-8-46                          | ММ/ГР                                         | Кица                                         | 328                                  |
| I-8-48                          | ММ/ГР                                         | Восточное                                    | 328                                  |
| I-8-49                          | ММ/ГР                                         | Умбозерское                                  | 328                                  |
| I-8-50                          | ММ/ГР                                         | Оз. Глубокое                                 | 328                                  |
| I-8-51                          | ММ/ГР                                         | Западное                                     | 328                                  |
| I-8-52                          | ММ/ГР                                         | Березовка                                    | 328                                  |
| II-5-15                         | ММ/Э                                          | Седловатое                                   | 328                                  |
| II-5-16                         | ММ/Э                                          | Кумжа                                        | 566                                  |
| II-5-18                         | ММ/Э                                          | Толванд                                      | 566                                  |
| II-6-17                         | ММ/ГР                                         | Оз. Тегюшкино                                | 328                                  |
| II-6-19                         | ММ/Э                                          | Зеленоборский                                | 566                                  |
| II-6-20                         | ММ/Э                                          | Лесозаводский                                | 566                                  |
| II-7-21                         | ММ/Э                                          | Колвицкое                                    | 566                                  |
| II-8-29                         | ММ/ГР                                         | Лендозеро                                    | 328                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта | Характер объекта/<br>Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|---------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| II-8-31                         | МС/Э                                          | 23-й км                                      | 566                                  |
| III-6-31                        | ММ/Э                                          | Поякондский                                  | 566                                  |
| IV-5-7                          | ММ                                            | 57-й км                                      | 327                                  |
| IV-5-11                         | ММ                                            | Новософпорогское                             | 327                                  |
| IV-5-12                         | ММ                                            | Тунгозерское                                 | 327                                  |
| IV-5-13                         | ММ                                            | 2-й км                                       | 327                                  |
| IV-5-14                         | ММ                                            | 21-й км                                      | 327                                  |
| IV-5-15                         | ММ                                            | Шурийокское                                  | 327                                  |
| IV-5-16                         | ММ/Э                                          | Ухтуска                                      | 328                                  |
| IV-7-6                          | МС/ГР                                         | Боярское                                     | 328                                  |
| V-4-20                          | ММ/ГР                                         | Риви-Ярви                                    | 327                                  |
| V-4-21                          | МС/Э                                          | Полвиярви                                    | 328                                  |
| V-5-10                          | ММ/Э                                          | 59-й км                                      | 328                                  |
| V-5-12                          | ММ/Э                                          | Керкешь                                      | 328                                  |
| V-5-13                          | ММ/ГР                                         | 144-й км                                     | 327                                  |
| V-6-27                          | ММ/Э                                          | Коштумуш                                     | 327                                  |
| V-7-29                          | ММ/Э                                          | Кривой Порог                                 | 191                                  |
| VI-4-17                         | ММ/ГР                                         | Лувозерское                                  | 328                                  |
| VI-5-1                          | ММ/ГР                                         | Ледмозеро II                                 | 328                                  |
| VI-7-39                         | ММ/ГР                                         | Шагозерское                                  | 328                                  |
| VI-8-27                         | ММ/Э                                          | Оз. Мелкое                                   | 328                                  |
| VI-8-29                         | ММ/ГР                                         | Чуккури-Гора                                 | 327                                  |
| VI-8-39                         | ММ/Э                                          | Нижнее Летнее                                | 327                                  |
| <b>Песок строительный</b>       |                                               |                                              |                                      |
| I-4-17                          | ММ/Э                                          | Южное                                        | 328                                  |
| I-5-9                           | ММ/ГР                                         | Уполакша-2                                   | 328                                  |
| I-5-10                          | ММ/ГР                                         | Пограничное                                  | 328                                  |
| I-6-53                          | ММ/Э                                          | Ниттис                                       | 328                                  |
| I-8-47                          | ММ/ГР                                         | Месторождение № 3                            | 328                                  |
| I-8-51                          | ММ/Э                                          | Западное                                     | 328                                  |
| II-5-15                         | ММ/ГР                                         | Седловатое                                   | 328                                  |
| II-6-17                         | ММ/ГР                                         | Оз. Тетюшкино                                | 328                                  |
| III-7-45                        | ММ/ГР                                         | Плотина                                      | 246                                  |
| IV-5-14                         | ММ/ПО                                         | 21-й км                                      | 327                                  |
| V-7-28                          | ММ                                            | Шомба                                        | 191                                  |
| VI-4-17                         | ММ/ГР                                         | Лувозерское                                  | 328                                  |
| VI-5-1                          | ММ/ГР                                         | Ледмозеро II                                 | 328                                  |

| Индекс квадрата и номер объекта        | Характер объекта/<br>Промышленная освоенность | Название или географическая привязка объекта | Номер источника по списку литературы |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| VI-7-38                                | ММ/ПО                                         | Кумшалампинское                              | 327                                  |
| VI-8-40                                | ММ/ГР                                         | Летнереченское                               | 327                                  |
| VI-9-6                                 | ММ/ПО                                         | 71-й км                                      | 327                                  |
| <b>Подземные воды и лечебные грязи</b> |                                               |                                              |                                      |
| Вода питьевая                          |                                               |                                              |                                      |
| <b>I-4-16</b>                          | СС/ГР                                         | Ковдор                                       | 613                                  |
| I-4-18                                 | СМ/Э                                          | Лейпинское                                   | 668                                  |
| I-4-19                                 | СС/ПО                                         | Ёнское                                       | 668                                  |
| I-6-59                                 | СМ/Э                                          | Африкандское                                 | 490                                  |
| I-7-88                                 | СС/ПО                                         | Малая Белая                                  | 490                                  |
| I-7-90                                 | СС/Э                                          | Вудъяврское                                  | 490                                  |
| I-8-44                                 | СМ/Э                                          | Коашвинское                                  | 668                                  |
| II-4-9                                 | СМ/Э                                          | Алакурттинское 1                             | 668                                  |
| II-4-10                                | СМ/Э                                          | Алакурттинское 2                             | 668                                  |
| II-5-17                                | СМ/ГР                                         | Неблогорское                                 | 668                                  |
| II-6-16                                | СМ/ГР                                         | Нивское                                      | 668                                  |
| II-8-32                                | СМ/ГР                                         | Каленгозерское                               | 668                                  |
| IV-5-8                                 | СМ/Э                                          | Кестеньгское                                 | 327                                  |
| V-5-11                                 | СМ/ГР                                         | Западно-Калевальское                         | 327                                  |
| V-5-14                                 | СМ/ГР                                         | Калевальское                                 | 327                                  |
| VI-6-13                                | СМ/ГР                                         | Тикшское                                     | 327                                  |
| Вода техническая                       |                                               |                                              |                                      |
| I-8-41                                 | СМ/Э                                          | Коашвинское                                  | 668                                  |
| Грязь лечебная                         |                                               |                                              |                                      |
| I-6-49                                 | П                                             | Озеро Травяное                               | 490                                  |
| I-6-54                                 | П                                             | Озеро Сопчъявр                               | 490                                  |
| II-6-18                                | ММ/Э                                          | Палкина Губа                                 | 668                                  |

---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение. <i>О. А. Воинова, Л. Р. Семенова, С. И. Шкарубо</i> .....                                                                                                | 3   |
| Стратиграфия. <i>Ю. Б. Богданов, Л. Р. Семенова, В. А. Журавлев, С. И. Шкарубо, А. Е. Рыбалко</i> .....                                                            | 8   |
| Литология донных отложений. <i>М. С. Парамонова, А. Е. Рыбалко</i> .....                                                                                           | 64  |
| Магматические и метаморфические образования. <i>А. С. Воинов, Ю. Б. Богданов, Б. Ю. Астафьев, О. А. Воинова</i> .....                                              | 74  |
| Метаморфизм и метасоматоз. <i>Б. Ю. Астафьев</i> .....                                                                                                             | 151 |
| Тектоника и глубинное строение. <i>Ю. Б. Богданов, А. С. Воинов, С. И. Шкарубо, В. А. Журавлев</i> .....                                                           | 190 |
| История геологического развития. <i>А. С. Воинов, Ю. Б. Богданов, Л. Р. Семенова</i> .....                                                                         | 207 |
| Геоморфология. <i>Л. Р. Семенова, А. Е. Рыбалко</i> .....                                                                                                          | 215 |
| Гидрогеология. <i>С. Н. Суриков</i> .....                                                                                                                          | 236 |
| Полезные ископаемые. <i>О. А. Воинова, М. Ю. Ногина, Б. Ю. Астафьев, Л. Р. Семенова</i> .....                                                                      | 248 |
| Закономерности размещения полезных ископаемых и оценка перспектив района. <i>О. А. Воинова, А. С. Воинов, Б. Ю. Астафьев, С. И. Шкарубо, Г. Ю. Проскурин</i> ..... | 308 |
| Эколого-геологическая обстановка. <i>Н. Р. Горбачевич, А. Е. Рыбалко</i> .....                                                                                     | 349 |
| Заключение. <i>О. А. Воинова, Ю. Б. Богданов, А. С. Воинов, Л. Р. Семенова, С. И. Шкарубо</i> .....                                                                | 364 |
| Список литературы .....                                                                                                                                            | 367 |
| <i>Приложение 1.</i> Каталог объектов полезных ископаемых и их прямых признаков, показанных на карте полезных ископаемых. <i>М. Ю. Ногина</i> .....                | 403 |
| <i>Приложение 2.</i> Каталог объектов полезных ископаемых и их прямых признаков, показанных на карте четвертичных образований. <i>М. Ю. Ногина</i> .....           | 429 |

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение)  
Серия Балтийская  
Лист Q-(35), 36 – Апатиты  
Объяснительная записка**

Редактор *Т. В. Брежнева*

---

Подписано в печать 10.12.2012. Формат 70×100/16. Гарнитура Times New Roman.  
Печать офсетная. Печ. л. 27 + 5 вкл. Уч.-изд. л. 42.  
Тираж 150 экз. Заказ 81011024

---

Картографическая фабрика ВСЕГЕИ  
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72  
Тел. 328-8121, факс 321-8153

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**