

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

масштаба 1 : 200 000

Серия Карельская

Лист Р-37-IX (Ундозеро)

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2023

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минприроды России)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
(Роснедра)

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского»
(ФГБУ «ВСЕГЕИ»)

Акционерное общество «Северо-Западное производственно-геологическое объединение»
(АО «Северо-Западное ПГО»)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

масштаба 1 : 200 000

Издание второе

Серия Карельская

Лист Р-37-IX (Ундозеро)

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА



Санкт-Петербург
Издательство ВСЕГЕИ • 2023

УДК 55(470.11)(084.3)
ББК 26
И21

Авторы

*Н. В. Иванова, А. В. Гусев, А. В. Матреничев, С. Д. Шведов, А. А. Пестриков,
А. И. Колядина, И. Б. Колянова, Ю. П. Сорокина, А. А. Потапович, М. Ю. Курапов*

Научные редакторы

И. А. Житникова, А. В. Максимов

Рецензенты

кандидаты геол.-минерал. наук *А. К. Иогансон, О. А. Воинова;
Г. А. Дударева, Е. И. Ланг*

Иванова Н. В., Гусев А. В., Матреничев А. В. и др.

И21 Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Карельская. Лист Р-37-IX (Ундозеро). Объяснительная записка [Электронный ресурс] / Минприроды России, Роснедра, ФГБУ «ВСЕГЕИ», АО «Северо-Западное ПГО». – Электрон. текстовые дан. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2023. – 1 опт. диск (DVD-R) (21 Мб). – Систем. требования: Windows; Acrobat Reader от 10.0; дисковод DVD-R. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-00193-413-4 (объясн. зап.). – ISBN 978-5-00193-414-1.

В объяснительной записке обобщены материалы по геологическому строению и полезным ископаемым южной части Восточно-Карельской структурно-формационной зоны Балтийского щита и северо-западной части Русской плиты. Описаны стратифицированные и нестратифицированные подразделения в возрастном диапазоне от архея до голоцена. Охарактеризованы тектоника, геоморфология, гидрогеология и эколого-геологическая обстановка района.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, интересующихся региональной геологией России.

Ил. 16, табл. 2, список лит. 92 назв., прил. 9.

Список комплекта карт: геологическая карта дочетвертичных образований, карта четвертичных образований, карта полезных ископаемых и закономерностей их размещения.

УДК 55(470.11)(084.3)

ББК 26

Рекомендовано к печати
НПС Роснедра 15 января 2019 г.

**ISBN 978-5-00193-413-4 (объясн. зап.)
ISBN 978-5-00193-414-1**

© Роснедра, 2023
© ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2019
© АО «Северо-Западное ПГО», 2019
© Коллектив авторов, 2019
© Издательство ВСЕГЕИ, 2023

ВВЕДЕНИЕ

Территория листа Р-37-IX (Ундозеро) расположена в Плесецком административном районе Архангельской области. Координаты объекта: 38°00'–39°00' в. д. и 62°40'–63°20' с. ш.

В пределы площади работ частично попадает территория Национального парка «Кенозерский».

Площадь работ расположена в центре Прионежской холмисто-грядовой равнины. Абс. отм. – от 72 до 230 м. Рельеф пологий, наиболее крупные возвышенности расположены на востоке листа, собственных названий не имеют и представлены выс. отм. 271, 224, 203 м. Местность озерно-лесистая, сильно заболоченная. Долины рек неширокие (0,2–0,5 км), в рельеф врезаны слабо – до 20 м. Местность вне дорог труднопроходимая из-за большого количества камней, валунов, бурелома, болот и озер, а местами непроходима для всех видов транспорта.

На территории отмечены многочисленные озера, имеющие между собой связь в виде протоков и ручьев. Распределение озер на площади неравномерное. Самое крупное оз. Кожозеро находится у западной рамки листа, другие крупные озера – Шардозеро, Сывтозеро, Шидмозеро, Курусское. Наиболее крупные реки – Сывтуга, Кожа, Межеозерка и Икса. Остальные реки второстепенные и по большей части являются притоками вышеназванных.

Территория листа Р-37-IX расположена в зоне избыточного увлажнения. Средняя годовая температура воздуха – 3–3,6 °С. Среднегодовое количество осадков – 608 мм, из них твердые осадки составляют 200 мм, жидкие – 408 мм, максимальное количество осадков (76 мм) выпадает в сентябре. Устойчивый снежный покров образуется к концу ноября и через неделю устанавливается санный путь, толщина снежного покрова достигает 82 см, относительная влажность воздуха постоянно высокая – 78–92 %. Для зимнего периода (ноябрь–март) характерны магнитные бури, связанные с полярными сияниями, ухудшающими радиосвязь и работу магнитометрической аппаратуры. Весна (апрель–май) прохладная с неустойчивой погодой. Лето (июнь–август) умеренно теплое, дождливое. Осень (сентябрь–октябрь) характеризуется резким понижением температуры, пасмурной, сырой погодой, густыми и продолжительными туманами (до 7 ч), ночными заморозками.

Поселки сельского типа расположены преимущественно у рек и озер. Многие населенные пункты нежилые. Дорожная сеть редкая, грунтовые (проселочные) дороги находятся в плохом состоянии и поэтому даже в сухое время года они труднопроходимы для колесного транспорта, во время дождей и распутицы движение по дорогам прекращается; зимой на дорогах бывают заносы. Лесные дороги шириной 4–5 м пригодны лишь для гужевого транспорта. Для проезда колесного транспорта повышенной проходимости пригодны две дороги: д. Конёво – пос. Усть-Поча, пос. Усть-Поча – пос. Скарлахта.

Район покрывают густые леса северо-таежной зоны, преобладают ель, сосна с примесью березы, осины и ольхи. Практически на всей площади ведутся лесоразработки, и значительные площади леса вырублены; рубки зарастают березово-осиновой порослью. Животный мир довольно разнообразен. Из представителей орнитофауны здесь следует выделить сов. Много птиц из семейства тетеревиных: глухарь, тетерев, рябчик. Часто встречается белая куропатка, дятлы, кукушка, сойка, ворона, оляпка, синицы, воробьи. Из хищных птиц, кроме сов, встречаются ястреб-перепелятник, ястреб-тетеревятник. Из группы водоплавающих птиц в этом районе чаще всего можно встретить крякву, сизую чайку. Млекопитающие представлены: европейским кротом, зайцем-беляком, белкой, ондатрой, речным бобротом, енотом. Хищники довольно многообразны: росомаха, рысь, волк, бурый медведь, ласка, горностай, куница лесная, изредка выдра. Из копытных здесь постоянно обитает только лось. Отмечаются и такие представители млекопитающих как кабаны.

Экономика района, кроме редких участков лесоразработок, не развита.

Надежное водоснабжение возможно из водоносных горизонтов известняков или крупных рек и озер.

В основу комплекта Госгеолкарты-200/2 положены результаты геологического доизучения листов Р-37-IX, XV (Шардозерская площадь), проведенного по традиционной для этого вида работ методике [80]. Для большей части территории основой для создания Госгеолкарты-200 второго поколения послужили результаты геологической съемки масштаба 1 : 50 000, выполненных под руководством Б. З. Иткина в 1973 г. и В. П. Кислова в 1994 г.

Все обязательные карты и схемы увязаны: восточная сторона с листом ГК-200/2 Р-37-Х; на других прилегающих территориях ГДП-200/2 не проводилось.

Геологические карты, элементы их зарамочного оформления, а также объяснительная записка выполнены в соответствии с «Методическим руководством по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (второе издание). Версия 1.3» (2017 г.) и другими действующими нормативно-методическими документами. Цифровые модели карт подготовлены в геоинформационном программном продукте ArcGis с учетом «Единых требований к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000. Версия 1.5» (2017 г.).

Палеопалинологический анализ и описание петрографических шлифов выполнены собственными силами. Атомно-абсорбционный (определение Au, Pt, Pd), полуколичественный спектральный анализ литохимических проб, силикатный, минералогический и микронзондовый анализы проб, а также изготовление шлифов, аншлифов, препаратов для электрозондового микроанализа проводились в Центральной лаборатории ФГБУ «ВСЕГЕИ» (Санкт-Петербург). Определение абсолютного возраста пород проводилось в Изотопной лаборатории ФГБУ «ВСЕГЕИ» (Санкт-Петербург).

В составлении текста записки и графических приложений принимали участие: Н. В. Иванова, А. В. Гусев, А. В. Матреничев, А. А. Пестриков, С. Д. Шведов, И. Б. Колянова, Ю. П. Сорокина, М. Ю. Курапов, А. И. Колядина и др.

Авторы признательны И. А. Житниковой, Л. Р. Семеновой, А. В. Максимову (ФГБУ «ВСЕГЕИ») за оказание разносторонней (организационной, научно-методической, консультативной) помощи и предоставление материалов.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Относительная удаленность района работ от основных транспортных артерий региона предопределила довольно позднее начало изучения его геологического строения. Планомерное изучение геологического строения территории Ветреного пояса началось в 30-е годы XX в. Однако из-за труднодоступности и слабой обнаженности до настоящего времени Ветренный пояс остается одним из наиболее слабоизученных в геологическом отношении районов Балтийского щита.

В истории исследований выделяются три этапа, характеризующихся постоянным наращиванием интенсивности и детальности геологоразведочных работ: довоенный, послевоенный и современный.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

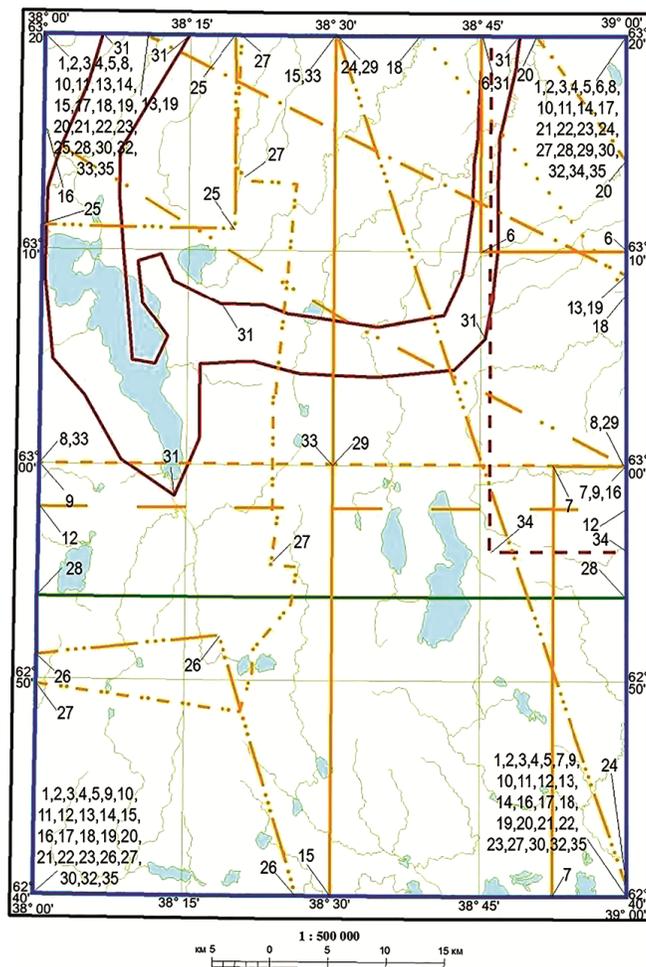
Геологическая изученность территории приведена на картограмме изученности (рис. 1).

Значительный вклад в изучение геологии района внесен работами Н. В. Альбова. В период с 1935 по 1940 г. была выполнена геологическая съемка всей территории Ветреного пояса и прилегающих площадей в масштабе 1 : 500 000. На составленной Н. В. Альбовым геологической карте масштаба 1 : 1 000 000 впервые была выделена структурная зона Ветреного пояса, зеленокаменных эффузивов и зеленых сланцев, плавно погружающихся на юго-восток и ориентировочно по меридиану р. Онега перекрывающихся палеозойским чехлом Русской плиты [41].

В 1938–1940 гг. Н. В. Альбов провел исследования гипербазитов Кожозерского участка, установив, что они представлены серпентинизированными перидотитами с убогой вкрапленностью магнетита без сколько-либо значащих концентраций никеля. Поиски были прерваны из-за войны. Результаты довоенного этапа исследования территории изложены в ряде отчетов Н. В. Альбова (1937, 1939 гг.), работах В. С. Трофимова (1939 г.) и нескольких научных статьях Н. В. Альбова и А. Г. Бетехтина. В этих работах описаны разрезы вулканитов и сланцев протерозоя, отделенные от беломорских гнейсов системой крупных сбросов. В ряде пунктов установлены конгломераты, рассматриваемые как базальные образования протерозоя, и кварциты, аналогичные ятулийским породам Карелии. В районе выделены многочисленные тела базит-гипербазитового состава, содержащие незначительное количество сульфидов меди, никеля и хромшпинелидов. По мнению Н. В. Альбова и В. С. Трофимова, они представляют собой гипабиссальные интрузии и вследствие небольших размеров и глубины их заложения малоперспективны в отношении выявления месторождений никеля.

Второй, послевоенный, этап исследований Ветреного пояса (1949–1960 гг.) характеризуется более комплексным и детальным его изучением. В этот период проведены геологические съемки масштаба 1 : 200 000 [45; 79]. Составленные по этим работам карты были признаны некондиционными, однако эти исследования внесли большой вклад в познание геологического строения района. По материалам проведенных исследований разработаны принципы стратиграфического деления осадочных и вулканогенных образований, предложена первая схема магматизма, установлены общие черты тектонического строения территории, которые в дальнейшем использовались В. А. Перевозчиковой при написании соответствующих глав во II томе (Вологодская и Архангельская области) труда «Геология СССР» (1960 г.).

Четвертичные отложения в этот период изучались на побережье Белого моря и кряже Ветренный Пояс. По результатам этих работ разработана детальная стратиграфическая схема четвертичных отложений и на ее основе впервые созданы подробные карты четвертичных отложений. В составе верхнего плейстоцена удалось выделить (кроме собственно ледниковых осадков) поздне- и послеледниковые отложения.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Контур и номер площади работ масштаба:

<p>1:500 000</p> <p>1. Увадьев Л.И./ Толстова Г.Д./ Васильев Д.Н., 1982 г. 2. Синецын А.В./ Ермолаева Л.А., 1985 г. 3. Орлова Н.И., 1987 г. 4. Черепанов А.А./ Зоренко Т.Н./ и др., 1995 г. 5. Путинцева Е.Н./ Житникова И.А./ Полякова Е.И./ Жданова Л.А., 2007 г.</p> <p>1:200 000</p> <p>1. Увадьев Л.И./ Толстова Г.Д./ Васильев Д.Н., 1982 г. 2. Синецын А.В./ Ермолаева Л.А., 1985 г. 3. Орлова Н.И., 1987 г. 4. Черепанов А.А./ Зоренко Т.Н./ и др., 1995 г. 5. Путинцева Е.Н./ Житникова И.А./ Полякова Е.И./ Жданова Л.А., 2007 г.</p> <p>1:100 000</p> <p>30. Ерюхина Н.А./ Чертов В.Ф., 1995 г.</p> <p>1:50 000</p> <p>32. Вальков В.К./ Перфилов В.Н., 1995 г. 35. Погорельский А.И./ Спицын А.В., 2000 г.</p> <p>1:100 000</p> <p>28. Федоров Е.Е./ Дашевский В.В., 1958 г.</p> <p>29. Самойлов В.И., 1991 г.</p>	<p>1:200 000</p> <p>6. Кондяин А.Г./ Кондяин О.А., 1951 г. 7. Архангельский Б.Н./ Ермолаев М.М., Элькин О.Н., 1954 г. 15. Синецын А.В., 1981 г. 8. Кайряк А.И./ Пекуров А.В., 1955 г. 9. Бойда Ш.А./ Эрман И.М., 1957 г. 12. Кальберг Э.А./ Разумовский О.О., 1975 г. 13. Пашкевич С.М./ Двойнишникова И.А., 1979 г. 19. Петров Б.В./ Вишневская Ю.Е./ Супруненко Э.И., 1985 г. 16. Сошникова С.Н./ Ефременкова А.В., 1982 г. 18. Ефремова Г.А./ Собикова Т.Е., 1985 г. 20. Токарский И.С./ Алексеев Н.Е./ Собикова Т.Е., 1985 г. 24. Корепанов В.С./ Левин А.Д./ Соболев В.К., 1998 г. 25. Медведев В.А./ Машкара А.М., 2006 г. 26. Полянина Е.С., 2009 г. 27. Ершов Л.А./ Боровикова С.С./ Главатских С.П./ Ефремова Г.А./ Черемхина Г.М., 2010 г.</p> <p>1:50 000</p> <p>31. Федоров Е.Е./ Дашевский В.В., 1958 г. 33. Канев Г.В./ Рыловников В.М., 1975 г. 34. Савиных В.С./ Ким В.Л., 1993 г.</p>
---	--

Номер контура на картограмме соответствует номеру в текстовом Приложении 1

Рис. 1. Картограмма геологической изученности.

Результаты всех перечисленных работ с 1935 по 1960 г. обобщены в объяснительной записке к Геологической карте СССР масштаба 1 : 1 000 000, лист Р-37. К древним архейским породам авторами изданной карты отнесены гнейсы и гранитогнейсы беломорской серии архея и олигоклазовые граниты, гранодиориты и мигматиты Водлозерского блока. Протерозойские образования, прорванные многочисленными телами базит-гипербазитов, подразделяются на три группы: нижнюю, среднюю и верхнюю. Нижний протерозой включает в себя две серии: парандовскую, к которой отнесены карбонатизированные слюдисто-кварцевые, кварц-хлоритовые и эпидот-карбонатные сланцы западного побережья оз. Кожозеро, и тунгудско-надвоицкую со слюдистыми кварцитами оз. Кожозеро, мандельштейнами оз. Кирич и ороговикованными туфопесчаниками р. Виленга. Средний протерозой включает образования онежской серии (конгломераты оз. Калгачинское, карбонатные породы горы Хозега) и основные вулканы серии Ветреного пояса. К верхнему протерозою относятся конгломераты р. Сывтуга, сопоставляемые с петрозаводской свитой Карелии.

В период с 1963–1970 гг. в связи с оценкой перспектив района на поиски сульфидных медно-никелевых руд проводятся тематические обобщения геолого-геофизических исследований. Наиболее полной итоговой работой этих лет является отчет А. В. Сеницына, Л. А. Ермолаевой: «Обобщение результатов геологосъемочных, разведочных и геофизических работ по району Ветреного пояса и выработка рекомендаций по постановке работ на сульфидный никель» (1969 г.). К отчету приложены геологическая и тектоническая карты масштаба 1 : 500 000.

Большую работу по изучению стратиграфии, магматизма и металлогении Ветреного пояса в период 1962–1968 гг. провел коллектив Института геологии Карельского филиала АН СССР под руководством А. И. Богачева. В итоге были составлены тектонические и металлогенические карты масштаба 1 : 500 000 с выделением перспективных участков для поисков сульфидных никелевых руд.

В период с 1968 по 1990 г. на территории Ветреного пояса интенсивно проводятся геолого-геофизические исследования как поискового направления, так и геологического картирования.

В 1970–1975 гг. Кожозерской партией Архангельского ТГУ [63] проведена геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 в районе оз. Кожозеро, по результатам которой установлено широкое развитие туфогенно-осадочных образований, отнесенных авторами к нижней свите серии ветреного пояса. Ранее эти отложения были описаны Н. В. Альбовым как виленгская толща. Кроме того, установлено наличие красноцветных отложений венда с единичными повышенными содержаниями в них золота. Основное внимание при проведении геологосъемочных работ уделялось на изучение гипербазитовых массивов на отдельных участках, что в целом привело к слабой изученности геологического строения всей площади.

В 1975 г. для территории листа составлена «Схематическая аэрофотогеологическая карта масштаба 1 : 200 000» [48] как основа для производства глубинного геологического картирования, уточнившая главным образом разломную тектонику района. Однако слабая дешифрируемость аэрофотоматериалов, а также игнорирование авторами отчета результатов геофизических и буровых работ привели ее к крайней схематичности.

В 1975 г. вышел в свет сборник научных статей под редакцией К. О. Кратца «Восточная часть Балтийского щита (геология и глубинное строение)», посвященный систематизации и подведению итогов по результатам исследований по строению и эндогенным процессам древнейшей земной коры, преимущественно советской части Балтийского щита.

В 1970–1975 гг. на площади листа Р-37-I,II проведена комплексная геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1 : 200 000 [70], в результате которой впервые в северо-западной части площади установлено широкое развитие отложений венда в зоне сочленения протерозойских и архейских образований, и отмечена их перспективность на обнаружение проявлений золота. Кроме того, уточнено строение свиты Ветреного пояса.

В 1975–1980 гг. в западной и центральной частях Ветреного пояса проведено глубинное геологическое картирование масштаба 1 : 200 000. Работы сопровождались большим объемом картировочного бурения, что позволило составить наиболее подробную на тот момент геологическую карту на площадь листа Р-37-IX [55].

В 1980 г. вышла монография «Металлогения восточной части Балтийского щита», явившаяся обобщением цикла работ по металлогеническим исследованиям региона, проведенных в 1970-е годы рядом научных и производственных организаций под методическим руководством ВСЕГЕИ.

В 1979–1982 гг. силами ОКБ «Интеграл» проведены работы по оценке перспектив золотоносности карелид структурной зоны Ветреного пояса на основе дистанционных методов, включающих космическую, радиолокационную съемки и высокочастотную ИК радиометрию [85].

В результате выполненных исследований были выделены крупные структурные элементы Ветреного пояса, уточнены особенности их строения, локализованы отложения, потенциально перспективные на обнаружение золотого оруденения, уточнены его геологические критерии.

С 1980 г. в восточной части Балтийского щита интенсивно начали проводиться геологосъемочные работы масштаба 1 : 50 000 с общими поисками, результаты которых приведены в ряде отчетов.

Большой вклад в изучение структурной зоны Ветреного пояса внесли и тематические работы. Основные положения и выводы этих работ обобщены в ряде отчетов и монографий [2; 11–13; 16; 19; 26; 44; 48; 52–54; 62; 70; 73; 81; 85; 92].

Неоценимый вклад в изучение структуры Ветреного пояса внесла работа «Подготовка геофизической и геохимической основ масштаба 1 : 200 000 с целью оценки ресурсного потенциала золота в пределах восточной части Балтийского щита (Архангельская область)», проведенная ЗАО «Архангельскгеолразведка» в 2007–2010 гг. [50]. По результатам этих работ выделен ряд перспективных площадей (участков) на обнаружение рудного золота.

Шлихо-минералогические исследования восточной части Балтийского щита проводились в рамках общих поисков при производстве крупномасштабного геологического картирования [66], поисковых работах на золото [50] и тематических исследованиях [85] методом шлихового опробования современного аллювия водотоков и отбором проб протолок из дочетвертичных пород по естественным обнажениям и керну скважин на минералогические исследования.

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Изученность аэромагнитными съемками

Геофизическая изученность территории аэромагнитными съемками приведена и на картограмме изученности (рис. 2).

Начало магнитометрических работ на территории листа Р-37-IX было положено Западным геофизическим трестом (ЗГТ) в 1959 г. Проведенная Карельской аэрогеофизической партией комплексная съемка масштаба 1 : 200 000 покрывает всю территорию листа. Работы выполнялись с помощью феррозондовых аэромагнитометров комплексной станции АСГМ-25, установленной на самолете Ан-2. По результатам работ были составлены карты графиков аномального магнитного поля (АМП) масштаба 1 : 25 000, а также карты графиков и изолиний АМП масштабов 1 : 50 000, 1 : 200 000 и 1 : 500 000.

Первые крупномасштабные исследования на рассматриваемой территории были начаты в 1961 г. Аэропоисковой партией № 30 Северной экспедиции. Полигон аэромагнитной съемки (АМС) масштаба 1 : 25 000 (проводилась в комплексе с аэrorадиометрической) перекрывает подавляющую часть листа Р-37-IX и его обрамления. Расстояние между маршрутами составило 250 м, работа велась на малых высотах полета. Материалы АМС дали полное и наглядное представление о характере магнитных полей района. Результатом работ стало создание карт $(\Delta T)_a$ масштаба 1 : 100 000 и составных АМП масштаба 1 : 500 000.

Во время съемки 1969 г. масштаба 1 : 25 000, полностью закрывающей территорию изучаемого листа [46], измерение магнитного поля с воздуха выполнялось аэромагнитометром АММ-13, установленным на борту самолета Ан-2. Масштаб съемки (1 : 25 000) был выбран исходя из глубины залегания пород кристаллического фундамента, являющихся источником аномальных физических полей, а также размеров геологических объектов, что обеспечило высокую детальность работ. Съёмочные маршруты были ориентированы вкрест простирания основных геологических структур, в случае, если простирание резко изменялось, выполнялись дополнительные залеты по маршрутам другого направления.

В последующие два года ЗГТ продолжил изыскания на описываемом полигоне. Здесь были проведены комплексные аэрогеофизические работы на Северо-Двинском участке. Аэроэлектромагнитная съемка выполнена в масштабе 1 : 25 000 со средним расстоянием между маршрутами 250 м.

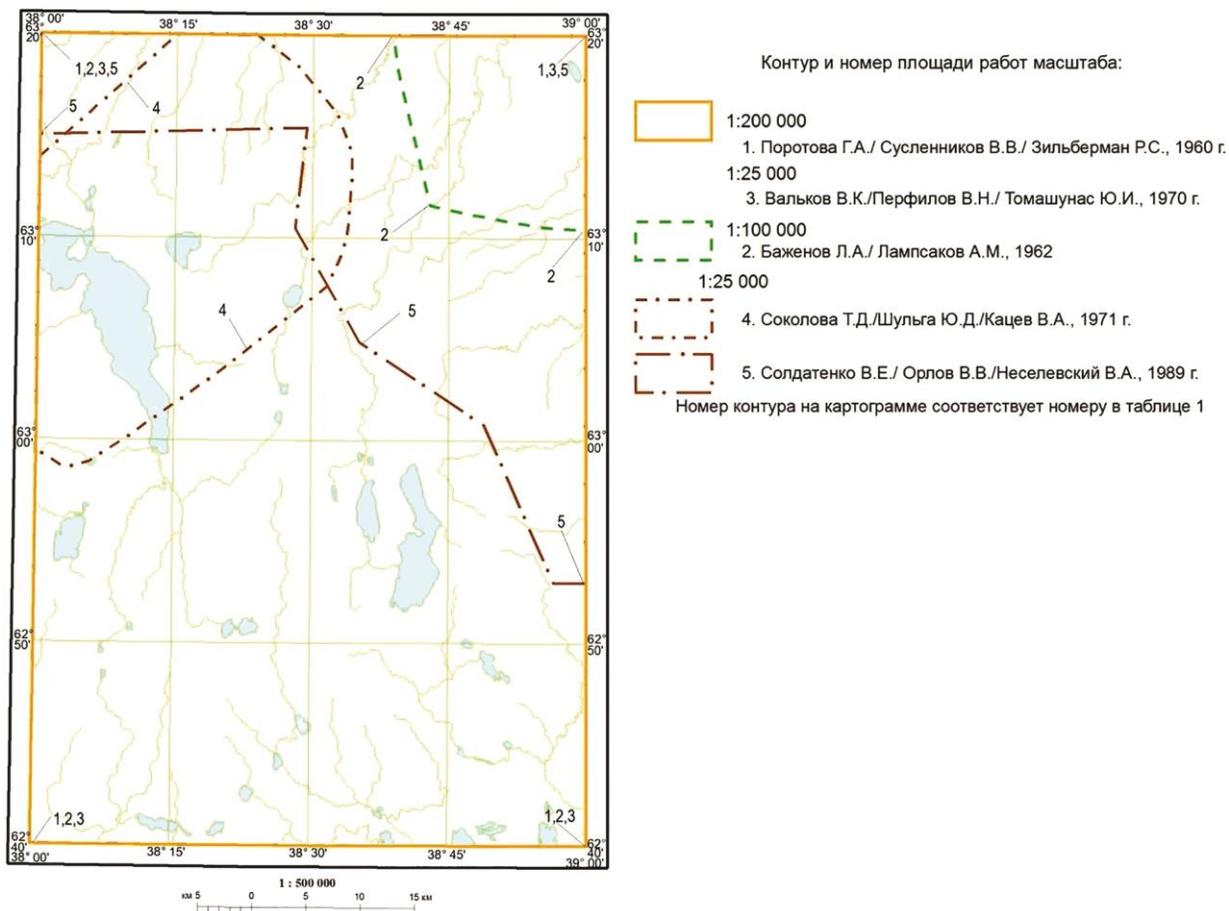


Рис. 2. Картограмма геофизической изученности аэромагнитными съемками.

Применительно к прогнозно-поисковым работам на уран и алмазы с 1987 по 1989 г. партия № 6 Аэрогеофизической экспедиции № 33 ПГО «Невскгеология» провела аэромагнитную съемку масштаба 1 : 25 000 на восточном склоне Балтийского щита. В качестве носителя использовался самолет Ан-2. Полеты производились по системе прямолинейных параллельных маршрутов широтного направления. По результатам аэромагнитных съемок были составлены карты графиков и изолиний $(\Delta T)_a$ масштаба 1 : 50 000, карты изолиний $(\Delta T)_a$ масштаба 1 : 200 000.

Изученность гравиметрическими съемками

Геофизическая изученность территории гравиметрическими съемками приведена на картограмме изученности (рис. 3).

Вся территория листа Р-37-IX покрыта гравиметрическими съемками масштаба 1 : 200 000, проведенной Кожозерской гравиметровой партией ЗГТ в 1969–1970 гг. Плотность наблюдений составила 9,1 пункт на км². По результатам съемки была построена карта аномалий поля силы тяжести масштаба 1 : 200 000 с сечением 2 мГал, которая в дальнейшем использовалась для решения задач средне- и мелкомасштабного картирования при составлении схемы структурно-тектонического строения юго-восточного склона Балтийского щита.

В северной половине листа в период с 1971 по 1975 г. ЗГТ были выполнены гравиметрические наблюдения вдоль семи профилей с шагом от 100 до 200 м [47].

Изученность сейсмическими работами

Площадь листа Р-37-IX пересекают фрагменты профилей региональных сейсмических исследований, выполнявшихся с целью изучения глубинного геологического строения территории РФ. Положение профилей, показанных на рис. 3, взято с фрагмента составленной

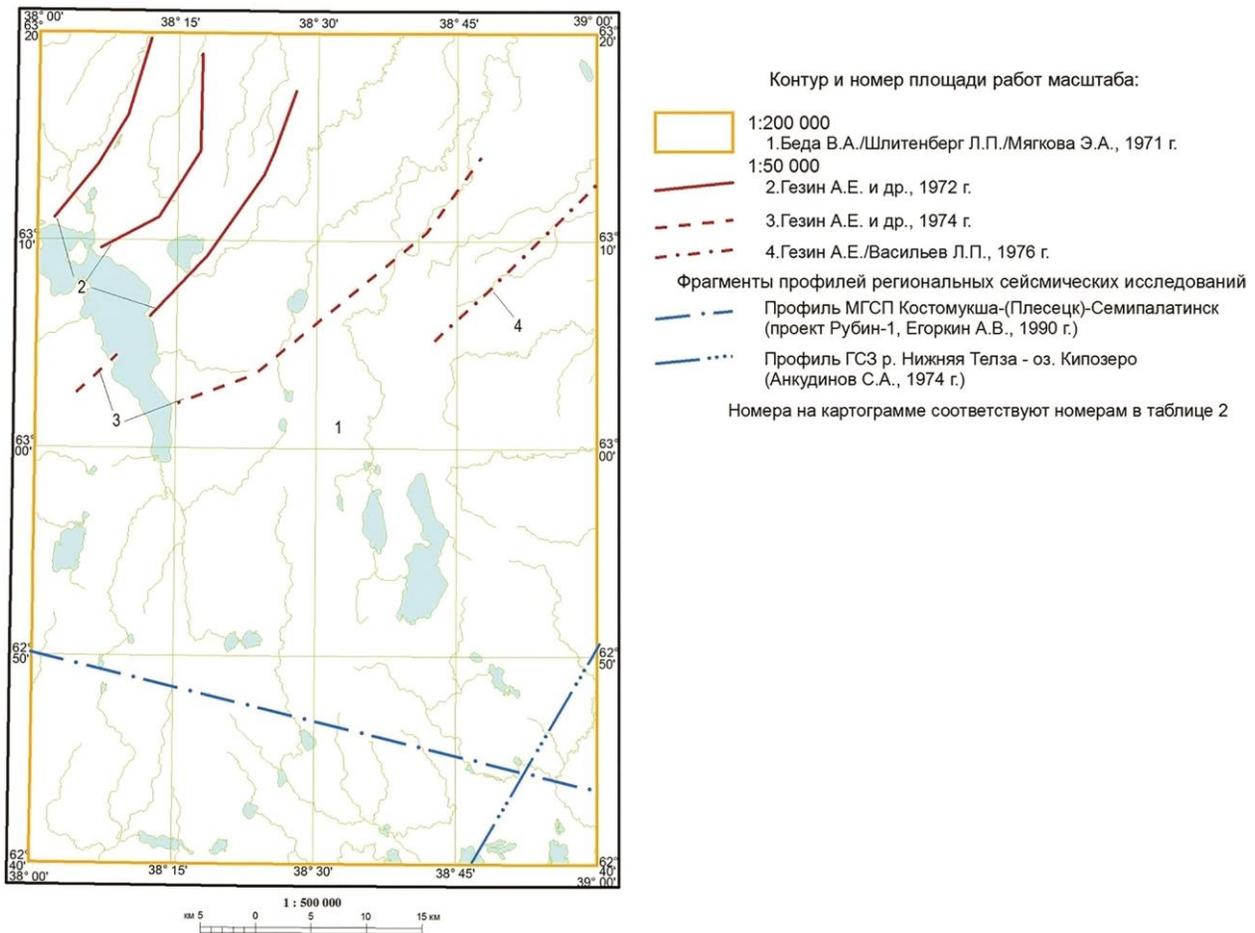


Рис. 3. Картограмма геофизической изученности гравиметрическими и сейсмическими съемками.

в ФГУП «ВСЕГЕИ» Карты изученности земной коры территории России и сопредельных акваторий глубинными сейсмическими исследованиями до поверхности Мохоровичича (по состоянию на 1.01.2010 г.).

В южной части территорию листа Р-37-IX пересекает в широтном направлении фрагмент регионального сейсмического профиля Костомукша–(Плесецк)–Семипалатинск (проект Рубин-1). Координаты профиля: начало – $35^{\circ}51'48''$ в. д. и $62^{\circ}59'36''$ с. ш.; конец – $48^{\circ}15'44''$ в. д. и $61^{\circ}19'26''$ с. ш. Профильные непрерывные сейсмические исследования проводились в 1987 г. (Нефтегеофизика) в модификации многоволновое глубинное сейсмическое профилирование (МГСР). Использовались станции Тайга и Черепаха. Глубина исследований – до границы Мох. По итогам составлен отчет [49] и основные отчетные графические материалы – разрезы, годографы. Отчетные материалы хранятся во ВНИИГеофизика. На рис. 3 приводится фрагмент профиля Костомукша–Семипалатинск.

В юго-восточной части листа Р-37-IX располагается фрагмент регионального сейсмического профиля р. Ниж. Телза – оз. Кипозеро, выполненного Западным геофизическим трестом (ЗГТ) в 1972–1973 гг. [42]. Работы проводились в модификации глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) методом непрерывного, кусочно-непрерывного профилирования со станцией Поиск-1-48-КМПВ-ОВ с целью изучения глубинного геологического строения юго-восточной части синклинория Ветренный пояс до глубины 10–15 км. Профиль пересекает с северо-востока на юго-запад ряд геолого-структурных элементов юго-восточной части Балтийского кристаллического щита: Беломорский блок, Шардозерскую мульду синклинория Ветренного пояса, Кенозерскую грабен-синклиналь. По результатам региональных сейсмических работ был составлен сейсмогеологический разрез масштаба 1 : 100 000 и геолого-геофизический разрез масштаба 1 : 200 000. Отчетные материалы хранятся в Архангельском филиале ФБУ «ТФГИ по Северо-Западному Федеральному округу» [42].

Изученность электроразведочными работами

Геофизическая изученность территории электроразведочными съемками приведена на картограмме изученности (рис. 4).

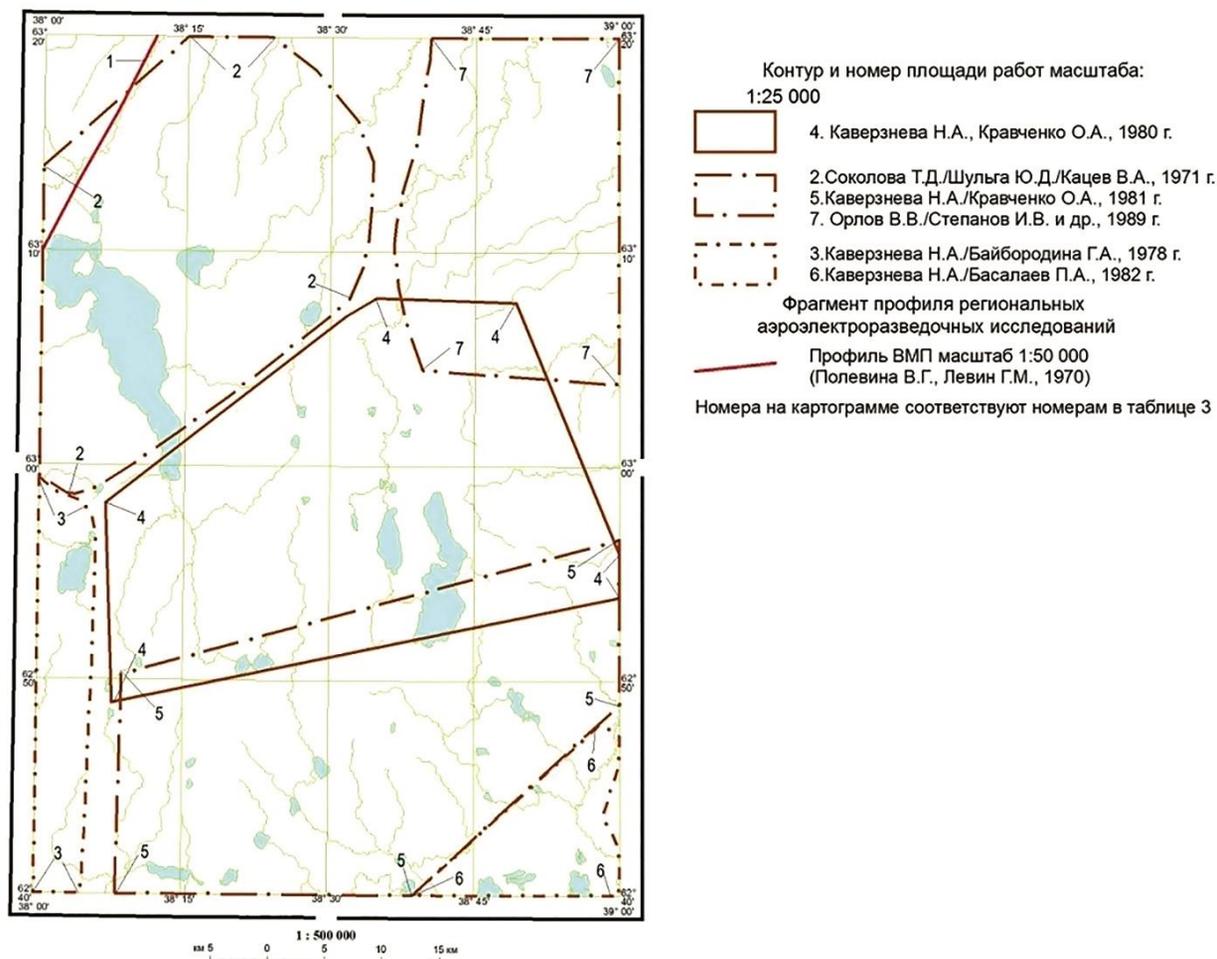


Рис. 4. Картограмма геофизической изученности электроразведочными съемками.

К первым электроразведочным работам на территории листа Р-37-IX можно отнести профильную съемку методом вертикального электрического зондирования, представленную профилем в юго-восточной части обрамления листа. Инженерно-геологические изыскания проводились в 1967 г. организацией «Ленгидропроект». По результатам работ были составлены геоэлектрические разрезы и карты рельефа коренных пород. Первые площадные работы были проведены с 1970 по 1973 г. в ходе поисково-рекогносцировочных работ на бокситы в Восточном Прионежье. Исследования включали профильную электроразведку методами ВЭЗ и НЧЗ. Съемка осуществлялась в комплексе с грави- и магниторазведкой. На рассматриваемой территории полигон съемки локализован в юго-западной части. Съемка масштаба 1 : 50 000 проводилась с шагом 0,5 км.

В 1972–1973 гг. в ходе инженерно-геологической съемки были проведены работы масштаба 1 : 200 000 методом ВЭЗ по 22 профилям.

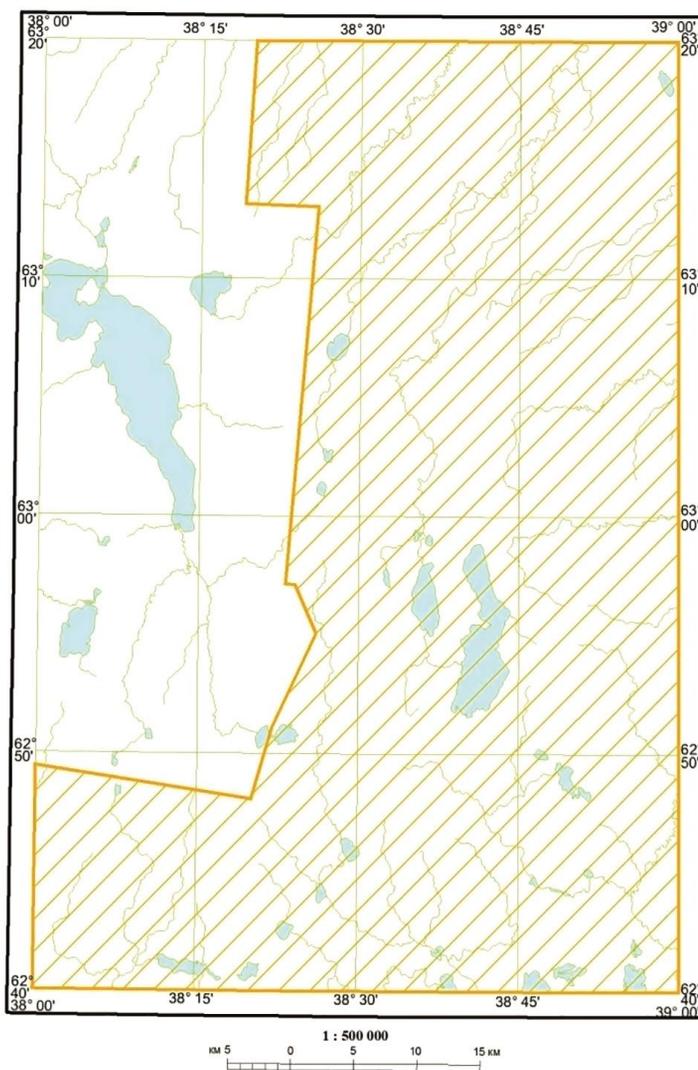
Начиная с 1975 г. Западный геофизический трест (ЗГТ) проводит серию крупномасштабных аэроэлектроразведочных работ, полигоны которых закрывают практически всю изучаемую территорию.

В 1975–1976 гг. ЗГТ провела аэроэлектроразведочную съемку методом ДИП-А масштаба 1 : 25 000 [86] в западной части рассматриваемого листа. По результатам работ было рекомендовано четыре участка для постановки поисковых работ на сульфидное, никелевое, медное и колчеданно-полиметаллическое оруденение.

В 1980 г. исследования ЗГТ были сосредоточены на Иксозерской площади (юго-восточная часть структуры Ветренный пояс) [58]. Аэроэлектроразведочная съемка масштаба 1 : 25 000 выполнялась по сети параллельных маршрутов через 250 м, маршруты направлены вкост генерального простирания пород по азимуту 45°.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Геохимические поиски в пределах площади листа Р-37-IX проводились практически на каждом этапе геологосъемочных и поисковых работ, однако работы часто носили методический характер и проводились на локальных участках при заверке геофизическими работами и бурением наиболее крупных интрузивных массивов комплекса Ветреного пояса. В отчетах по работам не приводятся лабораторные ведомости с результатами анализов конкретных проб, чаще всего приводятся только результирующие карты с вынесенными мультипликативными аномалиями. Из-за детального масштаба таких исследований графические материалы в настоящее время являются закрытыми.



Контур площади работ и масштаб:



1:200 000

Ершов Л.А./Боровикова С./ Главатских С.П./Ефремова Г.А., 2010 г.

Рис. 5. Картограмма геохимической изученности.

Единственной работой, в рамках которой было проведено кондиционное геохимическое опробование в пределах листа Р-37-IX (рис. 5), стала «Подготовка геофизической и геохимической основ масштаба 1 : 200 000 с целью оценки ресурсного потенциала золота в пределах восточной части Балтийского щита (Архангельская область)» [50]. В рамках данного Госконтракта произведено шлиховое опробование аллювия современных водотоков, проведение маршрутов при литохимических поисках по вторичным ореолам рассеяния, по потокам рассеяния. Площадь покрыта сетью скважин ручного бурения при литохимическом опробовании, что позволило существенно уточнить карту четвертичных образований.

В рамках настоящих работ было произведено наращивание площади исследований относительно работ [50] на северо-запад листа в область распространения беломорских плутоно-метаморфических образований, частично перекрытых чехлом вендских осадков.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении территории листа Р-37-IX принимают участие образования раннего протерозоя, представленные терригенными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными образованиями, и позднепротерозойские терригенные осадки чехла Русской плиты, почти повсеместно перекрытые четвертичными образованиями. Раннепротерозойские образования фундамента погружаются под осадочный чехол Русской плиты только в северо-восточной части листа. В строении осадочного чехла принимают участие осадки венда. Почти вся территория перекрыта чехлом кайнозойских образований преимущественно ледникового происхождения.

Стратиграфическое расчленение всех отложений произведено в соответствии с Легендой Карельской серии листов Госгеолкарты-200 [20].

НИЖНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ (КАРЕЛИЙ)

Образования нижнего протерозоя развиты в центральной и юго-западной частях листа Р-37-IX и полностью слагают структуру Ветреного пояса. В северо-восточной части листа они срезаются Северным глубинным разломом, по которому породы контактируют с беломорскими плутоно-метаморфическими образованиями. Нижний протерозой на изучаемой территории выделяется в составе сумийско-сариолийского нерасчлененного и ятулийского надгоризонтов нижнекарельской эратемы и людиковийского надгоризонта верхнекарельской эратемы.

НИЖНЕКАРЕЛЬСКАЯ ЭРАТЕМА

Нижнекарельские образования представлены осадочными, вулканогенными и вулканогенно-осадочными толщами сумийско-сариолийского нерасчлененного надгоризонта в составе киричской свиты и ятулийского надгоризонта, представленного кожозерской свитой.

Сумийско-сариолийский нерасчлененный надгоризонт

Киричская свита. В составе киричской свиты выделяются нижняя терригенная и верхняя вулканическая подсвиты.

Киричская свита, нижняя подсвита ($KR_1^2 kr_1$). Образования нижней подсвиты киричской свиты распространены в юго-западной части листа Р-37-IX и протягиваются полосой субмеридионального простирания, которая достигает в ширину несколько километров.

Породы нижней подсвиты в пределах листа не вскрыты скважинами и не обнажаются на поверхности, площадь их распространения оконтурена в результате интерпретации геофизических данных и материалов дешифрирования дистанционной основы. В то же время к югу от границы листа образования данной подсвиты вскрыты рядом картировочных скважин [56; 66] глубиной до 100 м, а также изучены по серии обнажений в долинах рек Токша и Вононга. Контакт пород подсвиты с нижележащими породами Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса (ЗКП) и архейскими гранитоидами водлозерского блока тектонический. По данным картировочных скважин ГСР-50 [66], большая часть которых пройдена в зоне приконтактового разлома, широким распространением здесь пользуются бластокатаклазиты с крутопадающими плейчатými текстурами, тектонические глины. Породы, как правило, интенсивно выветрелые, трещиноватые, сланцеватые, имеющие невыдержанные, чаще крутые углы падения. В скважинах и обнажениях, расположенных в удалении от разлома, слоистость пород выполаживается до 8–30°.

Верхняя часть разреза подсветы была изучена при производстве ГСР-50 [66] на смежной с юга территории – в северной и западной частях листа Р-37-ХV. При этом наиболее полное описание образований нижней пачки подсветы было произведено в пределах восточной части листа Р-36-VI.

Породы нижней пачки подсветы представлены преимущественно полимиктовыми конгломератами, по размерам обломочной составляющей крайне неотсортированными. В их составе присутствуют гравийные зерна, гальки (от мелких до крупных) и слабоокатанные и неокатанные валуны размером до 30 × 40 см. Цемент в конгломератах содержится в количестве не более 10–15 %. Обломочная составляющая представлена плагиогранитами, кварцевыми метагаббро, метагаббродиоритами, единичными гальками кварца. Цементом конгломератов является разномзернистый кварц-плагиоклазовый метапесчаник, состоящий из неокатанных и слабоокатанных зерен кварца и плагиоклаза, и биотит-эпидот-актинолитового и карбонат-альбит-хлорит-эпидотового цемента.

Верхняя пачка подсветы представлена альбит-серицит-кварцевыми и серицит-альбит-кварцевыми сланцами по аркозовым песчаникам, которые вверх по разрезу в кровле переходят в филлиты кварц-серицит-хлоритового состава и хлорит-кварцевые сланцы по аркозовым алевролитам. Данные породы описаны по серии обнажений в среднем течении р. Токша и в районе устья р. Вононга [56], а также по данным бурения на смежном с юга листе Р-37-ХV [61].

Цвет пород светло-серый, структура мелкозернистая гетеро-гранолепидобластовая, blastopсаммитовая, реже blastoaleвролитовая, текстура тонкосланцеватая. Главным компонентом породы является кварц, который входит как в основную сланцеватую массу, так и выступает в ней в виде многочисленных blastopсаммитовых зерен. Такое же «поведение» характерно и для альбита, который в шлифах обычно замутнен, пелитизирован и содержит новообразования серицита. Серицит преимущественно присутствует в тонкозернистой сланцеватой основной массе, нередко являясь преобладающим компонентом в отдельных прослоях. Акцессорные минералы представлены апатитом, цирконом, лейкоксеном и турмалином.

На смежной территории (лист Р-37-ХV) в среднем течении р. Вононга встречена серия обнажений в разной степени рассланцованных песчаников, состоящих из кварца, плагиоклаза и серицита, соотношение которых меняется в широком диапазоне [80]. Содержание кварца колеблется от 45 до 80 %, он представлен округлыми или слегка вытянутыми обломками размерами 0,25–1 мм (преобладает класс 0,1–0,25 мм). Плагиоклаз среднего состава (андезин) (5–25 %) встречается в виде зерен неправильной формы со средним размером 0,2 мм, зерна сильно разрушены. Серицит (1–15 %) наблюдается в виде тонких пластинок. Акцессорные минералы представлены зернами циркона размерностью от 0,05 до 0,1 мм, магнетитом (до 0,25 мм) и гематитом. Встречаются оолитовые агрегаты размерностью 0,2 × 0,2 мм, состоящие из зерен циркона размером < 0,01 мм (одно образование содержит до 50 зерен циркона). Изредка по сланцеватости наблюдаются тонкие карбонатные прожилки.

Степень окатанности обломков коррелируется с содержанием кварца в породе. Так, в разномвидностях песчаников с низким содержанием кварца обломки не окатаны или полуокатаны, а в прослоях с преобладанием кварца (до 80 %) обломки полуокатаны или окатаны.

Цемент в песчаниках контактово-поровый гидрослюдистый. Тонкие чешуйки гидрослюды имеют размерность до 0,005 мм, а окраска даже тонких агрегатов минерала интерференционная от желтовато-оранжевой до зеленовато-желтой. По соотношению зерен и цемента последний можно охарактеризовать как независимо механически выполняющий поры и места соприкосновения зерен, участками корродирующий обломки кварца.

В. Г. Кисловым (1993 г.) в верхних частях разреза пачки, помимо аналогичных песчаников, отмечались также метагравелиты, содержащие в гравийных зернах наряду с кварцем плагиоклаз и обломки гранитоидов. Цемент как в песчаниках, так и в гравелитах глинисто-кварцевый или карбонатный. В целом для данных отложений характерен карбонатный бластез. Содержание карбонатного материала в отдельных шлифах достигает 40 % [66].

Как по минеральному составу, так и по химизму породы верхней пачки нижней подсветы киричской свиты относятся к довольно зрелым осадкам. Содержание кремнезема в них колеблется в пределах 70,34–86,16 % (в среднем 77,5 %). Отмечаются тонкие (от нескольких миллиметров до 30 см) прослои, сложенные почти мономинеральным тонкозернистым кварцем [66].

Породы нижней подсветы киричской свиты метаморфизованы в альбит-эпидот-биотитовой субфации фации зеленых сланцев. Об этом свидетельствуют минеральная ассоциация альбит-хлорит-биотита в цементе.

Простиране сланцеватости пород подсвиты составляет в среднем 340° при северо-северо-восточном падении под углами $8-40^\circ$ (за исключением приразломной зоны на контакте с архейскими породами, где преобладают тектониты с незакономерным изменением элементов залегания).

Объемная масса пород верхней пачки нижней подсвиты киричской свиты меняется в пределах $2,55-2,75 \text{ т/м}^3$ (в среднем $2,66 \text{ т/м}^3$) для метапесчаников и метагравелитов (шесть определений). Одно измерение объемной массы по тальк-кварцевым сланцам из нижней пачки подсвиты показало значение $2,86 \text{ т/м}^3$. Площадь развития пород свиты характеризуется нормальными и слабоотрицательными значениями магнитного и гравитационного полей [80].

Предполагаемая максимальная мощность подсвиты может достигать 650 м.

Киричская свита, верхняя подсвита ($KR_1^2 kr_2$). Верхняя подсвита киричской свиты образует довольно мощный покров эффузивов преимущественно основного состава, превращенных в зеленые сланцы. Породы подсвиты протягиваются в виде полосы северо-западного простираня, которая имеет ширину выхода на дневную поверхность от 4–6 км в западной части листа Р-37-IX, расширяясь до 15 км в долине р. Ундоша (лист Р-37-XV). Область распространения пород свиты установлена по результатам наземных геофизических исследований, собственных и предшествующих буровых работ, интерпретации геофизических данных [55; 63; 80].

В южной части листа породы прослежены по серии обнажений в районе Вононгских озер и в долине р. Калья, в северо-западной части листа их область распространения устанавливается по картировочным скважинам предшественников, геофизическим данным и материалам дешифрирования дистанционной основы, а к западу от рамки листа рассланцованные базальты верхней подсвиты киричской свиты установлены в коренных выходах по р. Подломка [80].

Границы верхней подсвиты с ниже- и вышележащими подразделениями в пределах описываемой площади тектонические. Стратиграфические соотношения образований подсвиты описаны за пределами листа в районе оз. Кирич.

Контакт между песчаниками верхней пачки нижней подсвиты и базальтами верхней подсвиты киричской свиты вскрыт на смежной территории (лист Р-37-XV) скв. 5 [56] в восточном борту долины р. Вононга. Здесь четко картируется надвиг, наличие которого подтверждается развитием мощных тектонических зон дробления, милонитизации, рассланцевания, сопровождающееся мелкой гофрировкой пород. Здесь же отмечаются зоны интенсивного окварцевания и хлоритизации. В контактовой зоне дробления (20,4–28,5 м) породы превращены в средний и крупный щебень, сцементированы смесью из карбонатов, глины трения и пропитаны пленками гидроокислов железа [56].

Тектонические преобразования вдоль контакта нижней и верхней подсвит отмечены в серии обнажений по восточному борту долины р. Вононга на протяжении 10 км к северо-западу от скв. 5. Андезибазальты верхней подсвиты вдоль зоны контакта превращены в актинолит-хлоритовые сланцы, по плоскостям сланцеватости развиты пленки гидроокислов железа и карбонатные прожилки.

Основными разновидностями пород, слагающих верхнюю подсвиту киричской свиты являются metabазальты, метаандезибазальты, их метатифы и метатиффиты и сланцы по ним. Практически все разновидности пород в разной степени рассланцованы.

Метабазальты и метаандезибазальты – породы зеленовато-серого цвета, массивного или сланцеватого сложения, мелко-среднезернистые. Структура пород лепидогранобластовая, порфировая, микролитовая; текстура – плейчатая, слоистая, миндалекаменная. Минеральный состав пород варьирует в зависимости от степени рассланцованности и метасоматических преобразований.

Метабазальты представлены двумя группами пород: хлоритизированные рассланцованные разновидности тремолит-цоизитового и актинолит-плаггиоклазового составов, утратившие признаки эффузивной породы и аналогичные metabазальты с реликтовой стекловатой, реликтовой порфировой структурами. Содержание реликтового стекла варьирует от 1 до 30 % – от объема породы в шлифе. Породы слабо ожелезнены, содержание гидроокислов железа – не более 5 % (гетит, гематит). Первичные темноцветные минералы замещены игольчатым актинолитом. Вкрапленники представлены лейстами плаггиоклаза (1–2 мм) [80].

В составе наименее измененных разновидностей пород содержание хлорита колеблется от 30 до 70 %, стекла – 0–30 %, пироксена, который почти всегда замещен биотит-хлорит-амфиболовым агрегатом – 15–20 %, плаггиоклаза, встречающегося как в виде микролитов, так и в виде новооб-

разованного кислого альбита – 3–30 %, рудных минералов (магнетит, гематит, титанит) – 1–5 %, лейкоксена – 1–3 %, карбоната – 1 %, кварца – 1–3 %. В составе пород, измененных до зеленых сланцев, преобладает актинолит (45–60 %), который образует удлиненные и волокнистые кристаллы длиной 0,05–0,4 мм. Содержание плагиоклаза, встречающегося в виде сосюритизированных удлиненных табличек размером от 0,05 до 0,5 мм, достигает 15–30 %; эпидота, образующего зерна неправильной формы размером до 0,04 мм – 15–25 %, хлорита – 10–15 %.

Метамандельштейны. Породы сланцеваты, имеют мелкозернистое строение, реликтовую миндалекаменную текстуру, нематобластовую структуру основной массы. На фоне сланцеватой основной массы породы выделяются миндалины круглой, овальной, неправильной и вытянутой форм. Количественно содержание миндалин от первых процентов может возрастать до 40 % от объема породы. Размерность миндалин варьирует в широких пределах – от $0,5 \times 1$ до 4×3 мм. Миндалины имеют преимущественно зональное строение, при этом центральные части выполнены светло-зеленым хлоритом с яркими фиолетовыми аномальными интерференционными цветами, хлоритовое ядро обрамляет неправильных округлых кварцевые зерна (0,2 мм), по периферии развивается мелкокристаллический более поздний эпидот (0,1–0,2 мм), а обрамляются эти образования тонкой оторочкой гётита. Отдельные миндалины имеют мономинеральное хлоритовое или эпидотовое выполнение. В единичных случаях в центральной части миндалин обнаруживаются лейсты альбита (2 мм) с характерными полисинтетическими двойниками, а также вкрапленные зернистые агрегаты халькопирита размером до 0,5 мм.

Метатуфы и метатуффиты имеют серый, зеленовато-серый цвет, микропорфировую, микрообломочную структуру с микролитовой основной массой, тонкослоистую, сланцеватую текстуру. Породы сложены полосчатыми скоплениями темного стекла с зернами хлоритизированного пироксена и обломками плагиоклаза. Основная масса выполнена агрегатом минералов группы хлорита с микросгусточками лейкоксена, вулканическим стеклом и микролитами пироксена. Осадочный материал, цементирующий обломочный пирокластический, состоит из перекристаллизованного глинистого вещества, представленного бластопелитовым тонкочешуйчатым серпентин-хлоритовым агрегатом, с небольшим количеством кластического вещества алевритовой и, в редких случаях, псаммитовой размерности, представленного угловато-окатанными зернами кварца и угловато-овальными зернами лейкоксена.

Метатуфы и метатуффиты наиболее подвержены рассланцеванию из всех петрографических разновидностей пород, слагающих верхнюю подсвиту киричской свиты. Сланцы хлоритизированы по основной массе, слабо ожелезнены (гётит). В основной ткани породы выделяются отдельные листочки и чешуйки мусковита (не более 5 %). В минеральном составе пород преобладает хлорит, содержание которого достигает 30–40 %, кварц содержится в количестве 10–30 %, амфибол – 5–15 %, плагиоклаз (часто замещенный цоизитом) – 5–10 %, серпентин – 3–5 %, а содержание лейкоксена не превышает 1–2 %.

Породы верхней подсвиты киричской свиты метаморфизованы в альбит-эпидот-биотитовой субфации фации зеленых сланцев. Об этом свидетельствуют устойчивая минеральная ассоциация альбит-эпидот-хлорит-актинолит-биотита в сланцах по вулканитам основного и среднего составов.

Вопрос о возрасте, стратиграфическом положении и генезисе вулканогенных образований, относимых к верхней подсвите киричской свиты, в настоящее время остается дискуссионным, поэтому авторы ГДП-200 посчитали необходимым рассмотреть химизм всех протерозойских вулканитов и интрузивных пород совместно [80].

Химический состав наименее измененных по данным описания шлифов пород подсвиты приведен в прил. 8. По содержанию петрогенных элементов вулканиты подсвиты относятся к базальтам и андезибазальтам (рис. 6). Фигуративные точки, отвечающие составам вулканитов свиты, на классификационных диаграммах AFM и $Al_2O_3-FeO + TiO_2-MgO$ располагаются вдоль границы толеитовой и известково-щелочной серий, тяготея к полю толеитовых базальтов, преимущественно относятся к высокожелезистым разновидностям (рис. 7).

Содержание SiO_2 в породах варьирует от 47,2 до 54,9 масс.%; MgO – от 4,88 до 15,4 масс.%; $Na_2O + K_2O$ – от 1,09 до 4,88 масс. %. Магнезиальность (Mg#) базальтов варьирует в пределах 0,28–0,58 (в среднем 0,43) (рис. 8). Коэффициент (K) $((Ba + Sr)/(V + Cr))$ варьирует в пределах 0,32–1,96, в среднем составляя 0,80. Таким образом, по содержанию редких элементов базальты свиты ближе к толеитовому типу (K = 0,2), нежели к андезитовому (K = 2,8), хотя некоторые составы приближаются к типичным андезитам. Спектры распределения редкозе-

мельных элементов (рис. 9) этих пород характеризуются одинаковой формой и располагаются параллельно друг другу с пологим наклоном и отчетливой Eu аномалией [80].

Для метавулканитов кирпичной свиты характерны следующие содержания РЭ: Ti=3500–7900 ppm; Y=10–21 ppm; Zr=43–68 ppm; Sr=51–156 ppm; Rb=3–20 ppm; Ba=11–247 ppm. Содержание и соотношение редких элементов в метавулканитах свиты Ветреный пояс и кирпичной свиты подобны, и на бинарных диаграммах формируют единое облако точек (рис. 10).

Авторами карты образования кирпичной свиты рассматриваются в рамках сумийско-сарилийского возраста согласно серийной легенде. Точные датировки абсолютного возраста на настоящее время отсутствуют.

В то же время для определения абсолютного возраста пород кирпичной свиты в ходе работ по составлению Госгеолкарты-1000/3 листа Р-37 – Плесецк авторами были отобраны две пробы в Ундозерской структуре. Проба 1702 отобрана из хлоритовых сильноосланцованных сланцев с реликтами офитовой структуры, проба 1722 – из осланцованных вулканитов с офитовой структурой. Выделенные из проб цирконы были проанализированы U-Pb методом на SHRIMP-II в ЦИИ ВСЕГЕИ. Основные полученные значения возрастов составляют (млн лет): 1700–1900 (два определения), 2379–2440 (два определения) и 2693–2767 (пять измерений). Все анализы являются конкордантными или близкокконкордантными. Датировки 1700–1900 млн лет, по-видимому, отражают процессы свекофеннского метаморфизма, широко проявленного на территории листа.

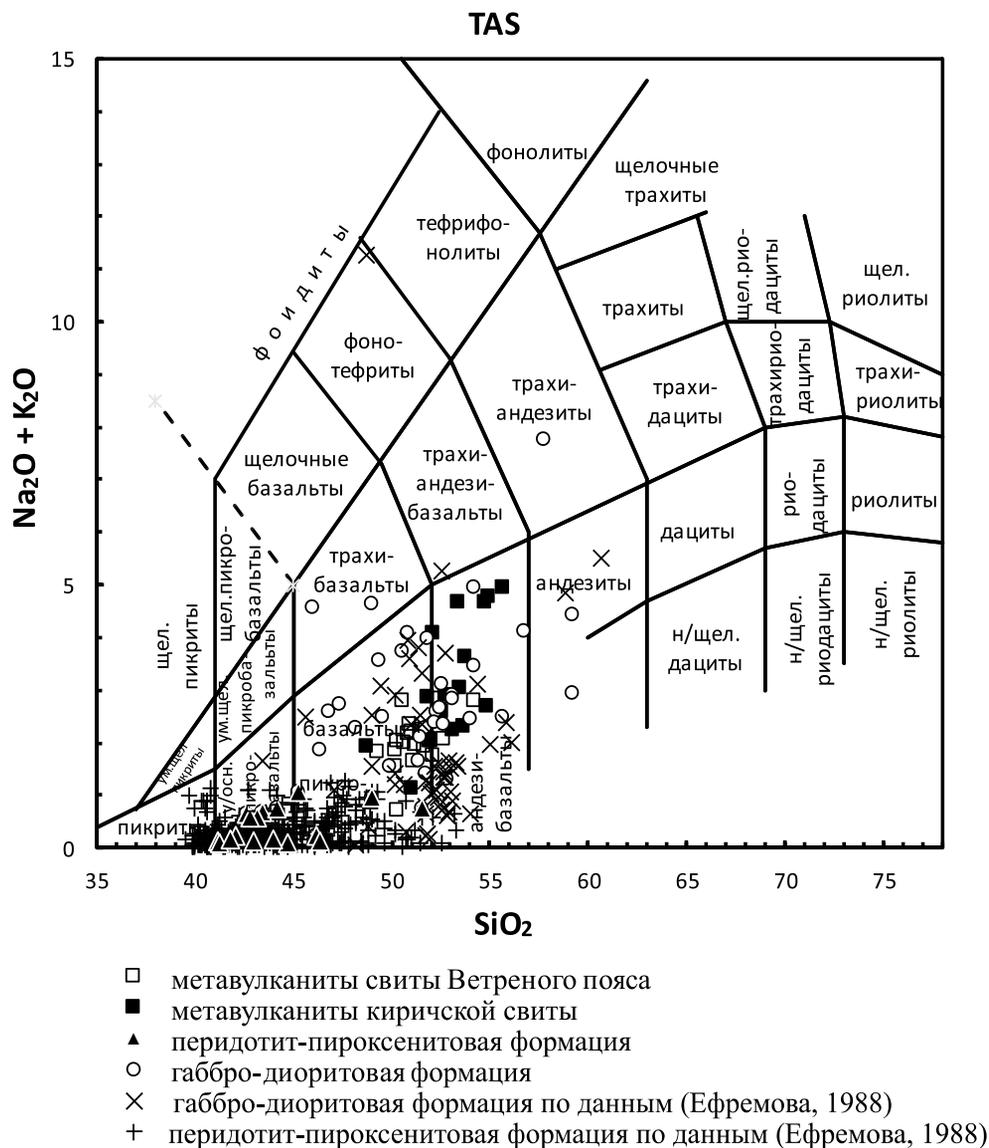


Рис. 6. Классификационная TAS диаграмма для протерозойских вулканогенных и интрузивных образований, развитых в пределах площади листа Р-37-IX.

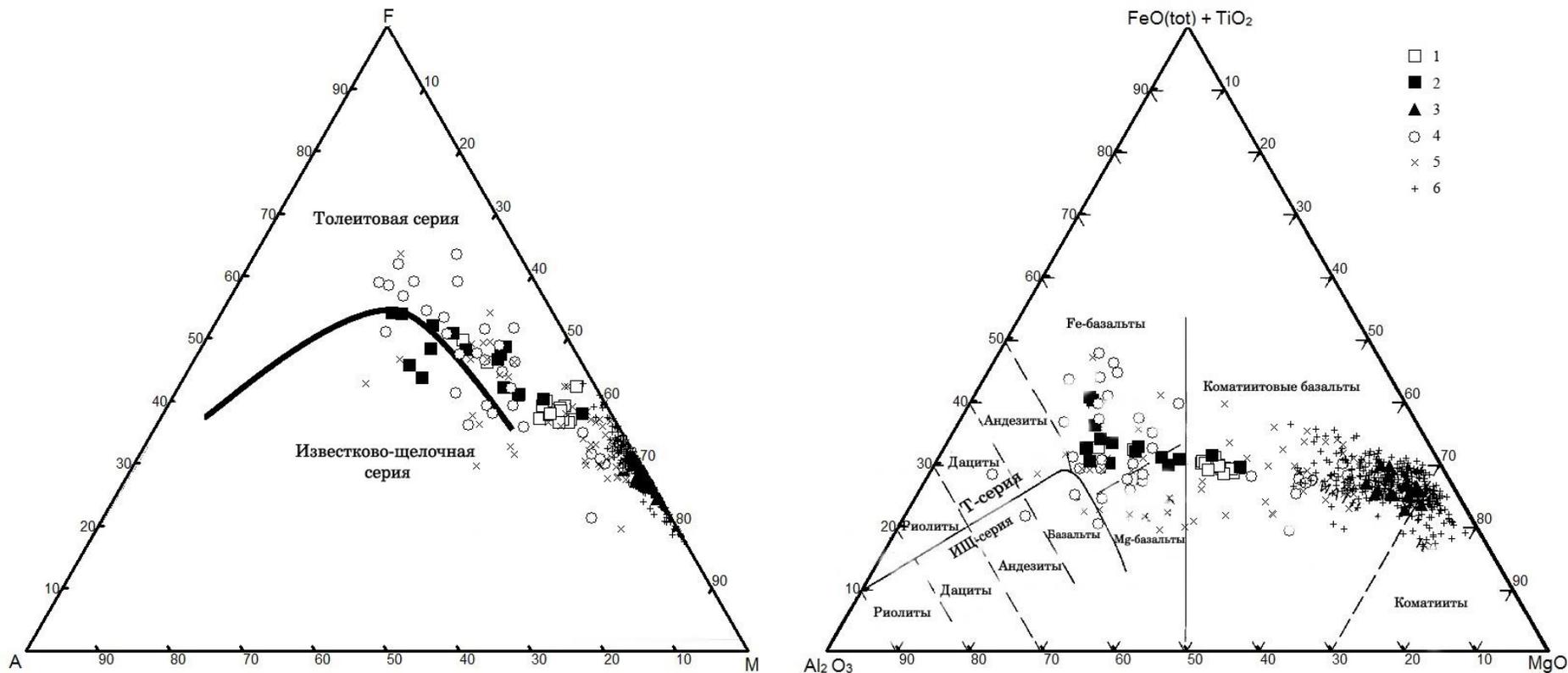


Рис. 7. Классификационные диаграммы AFM и Al_2O_3 -FeO + TiO₂-MgO для протерозойских вулканогенных и интрузивных образований, развитых в пределах площади листа Р-37-IX.

1 – метавулканыты свиты Ветренный пояс; 2 – метавулканыты киричской свиты; 3 – перидотит-пироксенитовый подкомплекс; 4 – габбро-диоритовый подкомплекс по Г. А. Ефремовой [11]; 5 – габбро-диоритовый подкомплекс по Г. А. Ефремовой [11]; 6 – перидотит-пироксенитовый подкомплекс по Г. А. Ефремовой [11].

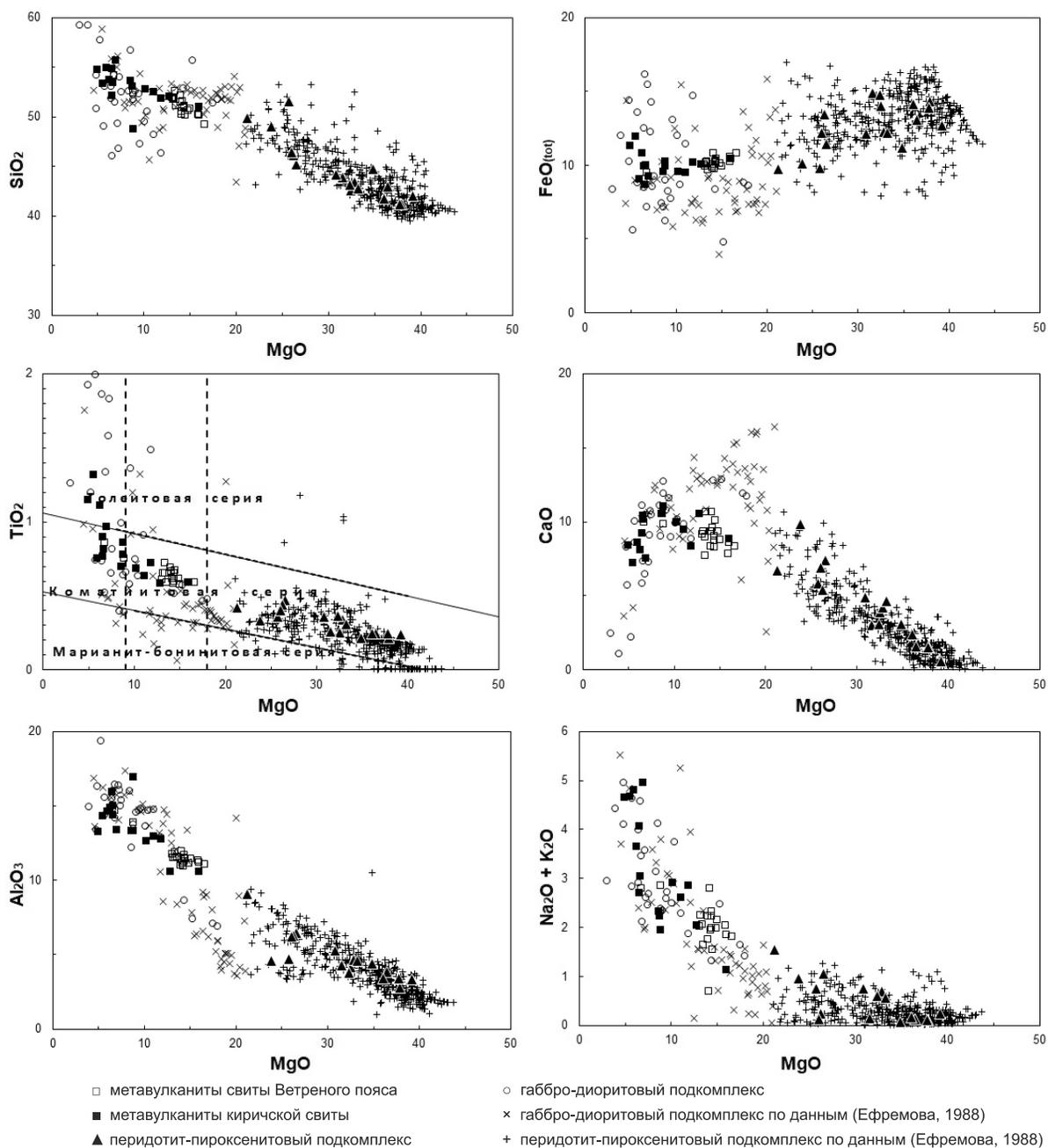


Рис. 8. Состав протерозойских вулканогенных и интрузивных образований.

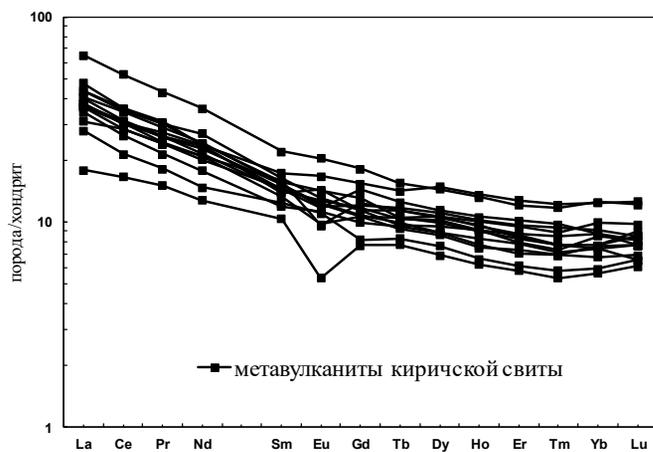


Рис. 9. Нормированные на хондрит C1 [37] спектры распределения редкоземельных элементов в вулканогенных образованиях верхней подсвиты киричской свиты.

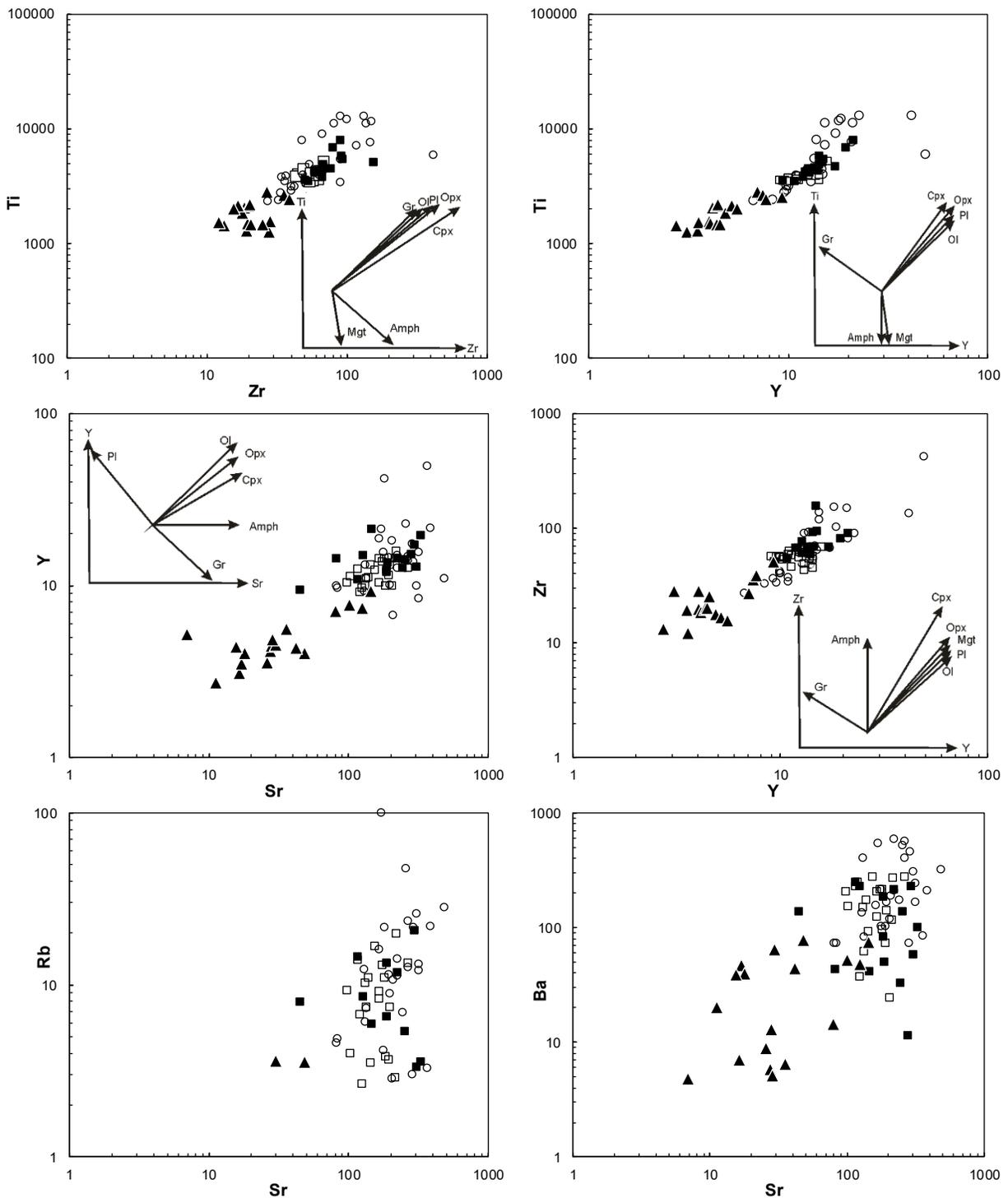


Рис. 10. Состав протерозойских вулканогенных и интрузивных образований.

На врезках показаны направления трендов изменения химического состава расплава при кристаллизационном фракционировании минералов (условные обозначения см. на рис. 8).

Интерпретация остальных значений возможна с двух точек зрения. Первая – возраст метавулканитов киричской свиты составляет 2379–2440 млн лет, тогда более древние цирконы являются ксеногенными. Вторая возможная интерпретация состоит в том, что интервал времени формирования метавулканитов составляет 2693–2767 млн лет, однако в этом случае остается неясно, с какими процессами связано появление цирконов с возрастом 2379–2440 млн лет.

Таким образом, вопрос о времени формирования образований киричской свиты в настоящее время остается дискуссионным и требует дальнейшего изучения.

Область развития пород свиты характеризуется повышенным слабоградиентным гравитационным полем (в редукции Буге). В поле локальных гравитационных аномалий присутствуют положительные локальные аномалии амплитудой до +5,2 мГал. Магнитное поле преимущественно спокойное, отрицательное – в среднем около –250 нТл в северной части листа и понижается до –320 нТл в южном направлении, кроме того, присутствуют редкие малоамплитудные (первые десятки нТл) локальные линейные магнитные аномалии северо-западного простирания [80].

Предполагаемая максимальная мощность подсвиты может достигать 3000 м.

Ятулийский надгоризонт

Кожозерская свита (KR_1^3/kz). Образования кожозерской свиты в пределах листа Р-37-IX протягиваются узкой полосой шириной до 10 км согласно общему простиранию структуры Ветреный пояс (II-Б.1). Породы свиты выходят на дневную поверхность только по берегам оз. Кожозеро, в остальной части листа они повсеместно перекрыты мощным плащом четвертичных образований.

Породы свиты представлены карбонатсодержащими сланцами переменного состава (кварц-карбонатные, хлорит-карбонатные, кварц-карбонат-хлоритовые, хлорит-тремолит-альбитовые, эпидот-кварц-биотитовые), доломитами в различной степени измененными, а также аркозовыми метапесчаниками.

Залегание пород моноклиналиное с падением на северо-восток под углами 10–40°. Участками они смяты в складки незначительной амплитуды. Контакт между базальтоидами верхней подсвиты киричской свиты и сланцами кожозерской свиты вскрыт скв. 11 [61]. В интервале глубин 43,1–64,0 м вскрыты зеленовато-серые эпидот-серицит-кварцевые сланцы с пленками кальцита по плоскостям сланцеватости, а также с единичными уплощенными параллельно сланцеватости гальками плагиогранитов, долеритов и кварца. В сланцах отмечаются восемь прослоев мелкозернистых светло-серых метапесчаников мощностью 0,1–0,4 м каждый, которые рассланцованы так же, как и вмещающие породы.

В инт. 64–85,4 м вскрыта пачка сильнорассланцованных конгломератов мощностью 21,4 м. Галька уплощенно-линзовидной формы, цемент серицит-кварцевый сланец. Количество гальки составляет 20–30% от объема породы, преимущественный размер галек – от 1–2 до 5–7 см. В состав галек входят преимущественно кварц, плагиограниты, метадолериты и зеленые сланцы, аналогичные нижележащим. Ниже, в инт. 85,4–96,3 м вскрыты темно-серые альбит-эпидот-актинолитовые сланцы киричской свиты, рассланцованные под углами 10–20° к оси керны, по сланцеватости развиты тонкие кварцевые и карбонатные прожилки.

Сильное рассланцевание на контакте конгломератов и нижележащих сланцев по базальтам киричской свиты свидетельствует о тектоническом характере контакта, хотя амплитуда перемещения оценивается от десятков до первых сотен метров.

Аркозовые метапесчаники слагают низы разреза кожозерской свиты и представляют собой слоистые светло- до темно-серых породы, бластопсаммитовой структуры. Мощность разноокрашенных слоев составляет 1–3 мм. Минеральный состав обломков: плагиоклаз плохой и средней окатанности (размер зерен – 0,3–0,5 мм, иногда до 6 мм), кварц, редко калиевый полевой шпат. Цемент лепидогранобластовой структуры состоит из кварца, мусковита, биотита, эпидота, хлорита, карбоната, цоизита и рудного минерала [55].

Сланцы карбонатсодержащие представляют собой породы зеленовато-серого до темно-серого, почти черного цвета, сланцеватой, реже полосчатой текстуры, лепидогранобластовой (часто с реликтами бластопсаммитовой и бластоалевролитовой), нематогранобластовой структуры. По соотношению породообразующих минералов в них выделяются переслаивающиеся между собой или с доломитами и микрокварцитами: кварц-карбонатные, хлорит-карбонатные, кварц-карбонат-хлоритовые, кварц-карбонат-биотитовые, кварц-карбонат-амфиболовые, кварц-карбонат-мусковитовые, кварц-хлоритовые, биотит-амфиболовые, кварц-биотитовые, кварц-амфиболовые, эпидот-кварц-биотитовые, кварц-серицитовые, кварц-эпидот-биотитовые сланцы. Из аксессуаров присутствуют циркон, сфен.

Туфосланцы представляют собой хлорит-тремолит-альбитовые породы тонкокристаллического сложения (0,2–0,3 мм). В минеральном составе сланцев содержание альбита варьирует от 30 до 60%, тремолита – 20–60%, доломита 5–20%, роговой обманки – до 5%, мусковита – 5–15%, хлорита – 5–20%, цоизита – 1–5%, магнетита – 1–3%. В зависимости от преобладающе-

го компонента структура породы изменяется от лепидогранобластовой до гранолепидобластовой. Сланцеватость подчеркивается общей ориентировкой всех минералов. Наряду со сланцеватостью породы имеют полосчатый облик за счет зон (полос) перекристаллизации альбита. Альбит основной массы и перекристаллизованный имеют одинаковую морфологию – округлые зерна, с неровными очертаниями и разную размерность (менее 0,1 мм и 0,2–0,3 мм). Тремолит представляет собой удлиненные тонкие пластины и игольчатые кристаллы. По тремолиту и по основной массе в межзерновом пространстве кварцевых зерен развивается чешуйчатый светло-зеленый хлорит. Карбонат развивается по массе и в секущих сланцеватость прожилках (мощностью 1–2 мм), сложенных субидiomорфными кристаллами (0,5–1 мм). Часто такие прожилки имеют хлорит-кальцитовый, карбонат-цоизитовый состав.

Сланцы интенсивно ожелезнены, что выражается в развитии гётита, содержание которого доходит до 15%. В гетите и в основной массе образуются обособленные изоморфные кристаллики и ксеноморфные выделения магнетита (1–3%). Также в основной массе породы отмечается вкрапленный пирит в колломорфных и ксеноморфных формах.

Доломиты представляют собой среднекристаллические породы с мозаичной структурой. Скарнированные разности, образованные на контакте доломитов с тремолит-хлорит-альбитовыми сланцами, имеют следующий состав: доломит – 70–90%, хлорит – 10–20%, слюды (мусковит, серицит) – 10–15%, альбит – 5–15%, тремолит – 5–15%. Доломит представлен кристалликами ромбической формы (0,5 мм) и в более крупных (2–3 мм) перекристаллизованных зернах. В минерале отчетливо проявлена перекрестная спайность, деформированная при дроблении породы. Альбит (0,5 мм) образует разноориентированные призматические кристаллики. Для тремолита характерны высокое двупреломление и пестрые цвета интерференции, которая по большей части наблюдается в призматических формах (0,5 мм), иногда он замещается чешуйчатыми агрегатами серицита.

Породы кожозерской свиты метаморфизованы в условиях альбит-эпидот-биотитовой субфации зеленосланцевой фации. Об этом свидетельствует устойчивая минеральная ассоциация минералов эпидот-хлорит-биотита в цементе метатерригенных образований кожозерской свиты.

Химический состав пород свиты полностью отражает пестроту литологического состава слагающих ее образований – от туфосланцев до метапесчаников и карбонатных сланцев. Химический состав пород свиты [80] приведен в прил. 8.

Разрез кожозерской свиты по строению и набору пород соответствует туломозерской свите верхнего ятулия в Онежской структуре. В основании туломозерской свиты в керне из Онежской параметрической скважины находятся доломиты и строматолитовые доломиты. На них залегает пачка переслаивающихся доломитистых пелитов, песчанистых доломитов и кварцевых песчаников. Венчает разрез туломозерской свиты доломиты. Как видно, большая часть разреза туломозерской и кожозерской свит сложена доломитистыми осадками и песчаниками. На этом основании мы полагаем, что образования кожозерской свиты относятся к верхнему ятулию.

Характерным отличием проявления пород кожозерской свиты в геофизических полях является пониженное градиентное поле силы тяжести (уровень увеличивается в юго-западном направлении) и пониженный уровень магнитного поля (средний уровень ~200 нТл и продолжает уменьшаться в юго-восточном направлении). Амплитуда магнитного поля (АМП) осложнена редкими линейными и изометричными магнитными аномалиями средней и высокой интенсивности, обусловленными присутствием интрузивных тел повышенной основности (габброиды и ультрабазиты).

Общая мощность кожозерской свиты, по данным В. С. Куликова (1977 г.), достигает 1000 м.

ВЕРХНЕКАРЕЛЬСКАЯ ЭРАТЕМА

Верхнекарельские образования в пределах листа Р-37-IX, согласно СЛ-200 [20], представлены осадочными и вулканогенными образованиями людиковийского надгоризонта, включающего виленгскую свиту и свиту Ветреного пояса.

Людиковийский надгоризонт

Виленгская свита (KR_2^1vl). Стратотип свиты впервые был описан на р. Виленга. Образования свиты наиболее полно представлены в северо-западной части площади в бассейнах рек Виленга и Кожа [41], где они прослеживаются по отдельным обнажениям вкрест простираения

почти на 12 км. Свита протягивается с северо-запада на юго-восток листа в виде полосы шириной от 5 до 15 км. В центральной и южной частях листа Р-37-IX образования свиты на дневную поверхность не выходят и перекрыты чехлом четвертичных образований. Область их распространения выделена по результатам интерпретации геофизических данных и по единичным скважинам [55; 80].

Залегание пород свиты моноклинальное, падение на северо-восток под углами 5–40°. В южной части листа залегание, вероятно, аналогичное – угол наклона пород свиты, по данным бурения, составляет 60–80° к оси керна, а простирание, по геофизическим данным, северо-западное, согласно общей структуре Ветреного пояса.

Контакт с нижележащей кожозерской свитой тектонический и проходит по пологому надвигу. Фронт надвига практически на всем своем протяжении трассируется серией высокомагнитных ультраосновных интрузивов. Зона надвига была вскрыта скв. 8 [80], заложеной по результатам интерпретации наземной магниторазведки в профильном варианте, в которой в инт. 7,3–48,5 м вскрыта интрузия перидотитов, в инт. 48,5–50,5 м – милониты с глиной трения, а в инт. 50,5–61,2 м – мраморизованные хлорит-карбонатные сланцы кожозерской свиты плейчатые, интенсивно рассланцованные.

Породы свиты представлены метаморфизованной толщей ритмичного переслаивания аргиллитов, алевролитов и песчаников. По результатам петрографического изучения шлифов из образцов картировочных скважин, расположенных в южной части листа [80], а также с учетом материалов предшествующих исследований [56], в разрезе виленгской свиты выделяются следующие разновидности пород: метаалевролиты, метааргиллиты, метапесчаники, серицит-кварцевые сланцы.

Метаалевролиты и черные сланцы, как правило, развиты в центральной части ритмов при трехчленном их строении или в нижней части – при двухчленном. Это серые или темно-серые породы с бластоалевролитовой, алевритовой и пелитовой структурами, полимиктовым составом. В минеральном составе содержание кварца достигает 30–60 %, полевого шпата – 10–30 %, серицита – 15–25 %, хлорита – 20–40 %, содержание углеродистого вещества не превышает 10 %. Зерна кварца и полевого шпата окатанные и угловато-окатанные. Цемент гидрослюдисто-серицитовый контактово-поровый. Чешуйки серицита наблюдаются на контакте зерен и иногда замещают зерна полевого шпата. В алевролитах повсеместно отмечается примесь углеродистого вещества – от первых процентов вплоть до образования углистых сланцев, непрозрачных в шлифах (скв. 10, глубина 67 м).

Метааргиллиты, как правило, слагают подошву мелких ритмов или образуют мощные пачки в разрезе свиты и представляют собой черные кремневидные породы с бластопелитовой структурой, состоящие из тонкозернистого пелитового агрегата, на который не действует поляризованный свет, и мельчайших чешуек биотита, зерен кварца, цоизита и рудного минерала.

Метапесчаники слагают отдельные пачки мощностью от 17 до 50 м [55] или располагаются в верхах мелких ритмов. Они представляют собой мелко-, среднезернистые породы зеленовато-серого, серого цвета, бластопсаммитовой структуры, состоящие на 15–50 % из зерен кварца, редких зерен плагиоклаза, цоизита размером до 0,1 мм. Цемент в песчаниках метаморфизован и состоит из агрегата кварца, биотита, амфибола, эпидота, серицита, титаномагнетита.

Метатуфоалевролиты образуют в разрезе свиты прослойки среди метаалевролитов, метааргиллитов и метапесчаников. Метатуфоалевролиты представляют собой черные породы бластоалевролитовой структуры, состоящие из угловатых, удлиненных или овальных зерен кварца размером 0,06–1,2 мм, содержание которого достигает 45–50 % и редких остроугольных обломков плагиоклаза и вулканического стекла. Цемент интенсивно метаморфизован и представлен кварцем, биотитом, серицитом, актинолитом, хлоритом, рудным минералом.

Серицит-кварцевые сланцы представляют собой породы, макроскопически почти неотличимые от вышеописанных метаосадков, с лепидогранобластовой и гранолепидобластовой мелкокристаллическими (0,3 мм) структурами. Минеральный состав изменяется в следующих пределах: кварц – 20–60 %, серицит – 30–65 %, хлорит – 20–40 %, доломит – 5–20 %, плагиоклаз – 1–5 %, сульфиды (пирит, пирротин) – 1–5 %. Кварц представлен в зернистой форме с неровными очертаниями (0,2–0,3 мм). Слюдь (мусковит, серицит) в чешуйчатой и пластинчатой формах развиваются в межзерновом пространстве обломков кварца и ориентированно вытянуты по сланцеватости (0,3–0,5 мм). Наряду со слюдами в обеих разностях содержится чешуйчатый хлорит, который развивается по массе породы и по слюдам. Карбонатизация в сланцах слабо проявлена, в шлифах, как правило, содержание карбоната не превышает 5 %, но при

этом в скв. 12 на глубине 58,3 м его содержание доходит до 15 %. Карбонат представлен доломитом в скоплениях мелких зерен (1–2 мм), развитых по сланцеватости породы.

Породы виленгской свиты метаморфизованы в условиях альбит-эпидот-биотитовой субфации зеленосланцевой фации. Об этом свидетельствует устойчивая минеральная ассоциация минералов эпидот-хлорит-биотита в цементе метатерригенных образований виленгской свиты.

Образования свиты характеризуются широкими вариациями кремнезема, глинозема и щелочей (прил. 8), которые отражают состав первичного субстрата. Содержание SiO_2 варьирует в пределах 53,3–71,0 масс. % (в среднем 59,3); Al_2O_3 в пределах 6,53–19,9 масс. % (в среднем 15,1); CaO – от 3,09 до 14,5 масс. % (в среднем 5,65). Высокие значения «потерь при прокаливании» для анализов пород свиты (в среднем 2,3 %) свидетельствуют о наличии карбонатного материала, а также углистого вещества [80].

Гравитационное поле в пределах области распространения пород свиты пониженное, градиентное. В локальной составляющей присутствуют малоамплитудные (± 2 мГал) аномалии. Наиболее характерной чертой области развития образований виленгской свиты является высокоамплитудное (\pm сотни нТл) знакопеременное АМП. Данным аномалиям соответствуют интрузивные тела – мелкие массивы габброидов с повышенной намагниченностью – мафит-ультрамафитовые интрузивы, в т. ч. силлы и дайки. Амплитуды нескольких локальных магнитных аномалии превышают уровень +1500 нТл, что позволяет рассматривать в качестве аномалеобразующих объектов интрузии метаперидотитов или серпентинитов.

Мощность пород виленгской свиты в пределах листа достигает 1400 м.

Свита Ветреного пояса ($\text{KR}_2^1\nu\rho$). Разрез нижнего протерозоя завершается мощной толщей основных вулканитов свиты Ветреного пояса. Поле распространения пород свиты хорошо выражено в рельефе в виде цепочки возвышенностей северо-западного простирания с абс. отм. до 271 м (г. Сиверка). Ширина полосы распространения пород свиты от 5 км на северо-западе листа Р-37-IX в районе Колозерских озер до 22 км в восточной части. К юго-востоку от рассматриваемой территории (лист Р-37-XVI) породы свиты перекрываются чехлом палеозойских осадков. Площадь развития пород свиты является наиболее обнаженной частью территории листа и довольно детально была изучена в процессе ранее проведенных работ [45; 55; 63; 70; 79]. По петрографическим определениям свита Ветреного пояса представлена коматитовыми базальтами, базальтами и туффитами.

Контакт пород свиты с примыкающими с северо-востока гнейсами беломорского метаморфического комплекса тектонический, проходит по зоне Северного глубинного разлома. В тектоническом отношении область распространения образований свиты может рассматриваться как приразломная зона разуплотнения пород на границе двух структур – Беломорского и Карельского блоков. Контакт с нижележащей толщей метаосадков виленгской свиты тектонический, предположительно надвигового характера.

Коматитовые базальты – массивные кайнотипные породы темно-серого, серо-зеленоватого цветов. Обнаженность пород свиты в пределах листа Р-37-IX не позволяет проследивать непрерывный разрез на уровне отдельных потоков и их соотношения, но в отдельных обнажениях встречены разновидности пород, которые можно отнести к различным зонам потоков – кумулятивной зоне и зоне спинифекс-структур.

К кумулятивным зонам потоков, вероятно, относятся породы с преобладанием идиоморфного оливина (0,5–1 мм), содержание которого изменяется от 30 до 80 %. Зерна погружены в стекловатый матрикс и имеют точечные контакты (ортокумулят). В подобных разностях содержится небольшое количество пироксена в призматических кристаллах (не более 10 %).

В зоне спинифекс-структур выделяются пироксеновые и оливиновые разности. В первой пироксены присутствуют преимущественно в скелетных и вытянутых, игольчатых формах (2–3 мм), замещенных актинолитом и тремолитом. Дендриты расположены разноориентировано, веерообразно. Оливиновые разности составляют пластинчатые и редко изометричные кристаллы оливина, замещенные тремолитом и серпентином. Реликты первичных минералов и незамещенного вулканического стекла сохраняются в очень малых количествах – не более 5 %. В составе зоны отдельно выделяются кристаллокластические туфы, состоящие из обломков пироксенов, замещенных актинолитом, лейст плагиоклаза, наложенных биотита и эпидота.

Базальты представляют собой темно-серые, иногда с зеленоватым оттенком слабодисланцеванные, реже массивные породы с порфировой, микролитовой, реже микроспинифекс-структурой и сланцеватой, миндалекаменной, реже флюидальной текстурой. Они состоят преимущественно из плагиоклаза, содержание которого варьирует от 10 до 35 %, количество

амфибола достигает 20–40 %, хлорита – 10–40 %, клиноцоизита – 5–15 % и лейкоксена – около 5 %. В шлифах первичные минералы (оливин, пироксен) встречаются редко и при микрозондовом исследовании также оказываются замещенными вторичными минералами (серпентин, иллингит, хлорит). В целом породы в значительной степени хлоритизированы. Оливин во вкрапленности (в среднем 0,2–0,3 мм) имеет округлые очертания, устанавливается только по реликтам, он практически полностью превращается в биотитоподобное вещество – иллингит или боулингит. Эти биотитовидные продукты замещения оливина имеют как сильно варьирующий состав, так и оптические свойства. Зерна приобретают красно-бурый цвет, через который иногда просвечивают реликты оливина.

Наиболее свежие образцы базальтов имеют порфировую, реже спинифекс-структуру. Вкрапленники представлены плагиоклазом, пироксеном, основная плагиоклаз-амфибол-стекловатая масса имеет микроспинифекс-структуру.

Туффиты – породы с микропорфировой, микролитовой структурой и ориентированной, тонкослоистой (с элементами обломочной) текстурой. Породы сложены полосчатыми скоплениями темного стекла с зернами хлоритизированного пироксена, обломками плагиоклаза. Осадочный материал, цементирующий обломочный пирокластический материал, состоит из перекристаллизованного глинистого вещества, представленного бластопелитовым тонкочешуйчатым серпентин-хлоритовым агрегатом и небольшим количеством кластического материала алевритовой, реже псаммитовой размерности, представленного угловато-окатанными зернами кварца и лейкоксена размером 0,05–0,15 мм, иногда с реликтами рудного минерала. В минеральном составе пород содержание хлорита составляет 20–40 %, пироксена – 15–20 %, серпентина – 10–20 %, плагиоклаза – 5–10 % и кварца – 1–5 %.

Встречаются также туфы, соответствующие составу коматиитового базальта кумулятивной зоны без признаков спинифекс-структуры. Порода содержит относительно крупные обломки (до 4 × 4 мм) коматиита, отдельные сильно варьирующие по крупности и ориентировке зерна оливина, практически полностью зонально замещенного тальк-серпентиновым веществом, погруженного в тонкокристаллическую стекловатую основную массу. Оливиновые реликты ясно выделяются высокими интерференционными цветами на фоне материала замещения. Акцессорный гематит, образующий выделения неправильных форм, выполняет тонкие прожилки и трещины.

Породы свиты ветреного пояса метаморфизованы в альбит-эпидот-биотитовой субфации фации зеленых сланцев. Об этом свидетельствуют минеральная ассоциация эпидот-хлорит-актинолит в метавулканитах основного состава.

Химический состав наименее измененных по данным описания шлифов пород свиты Ветреного пояса приведен в прил. 8. По содержанию петрогенных элементов вулканиты свиты относятся к толеитовым базальтам.

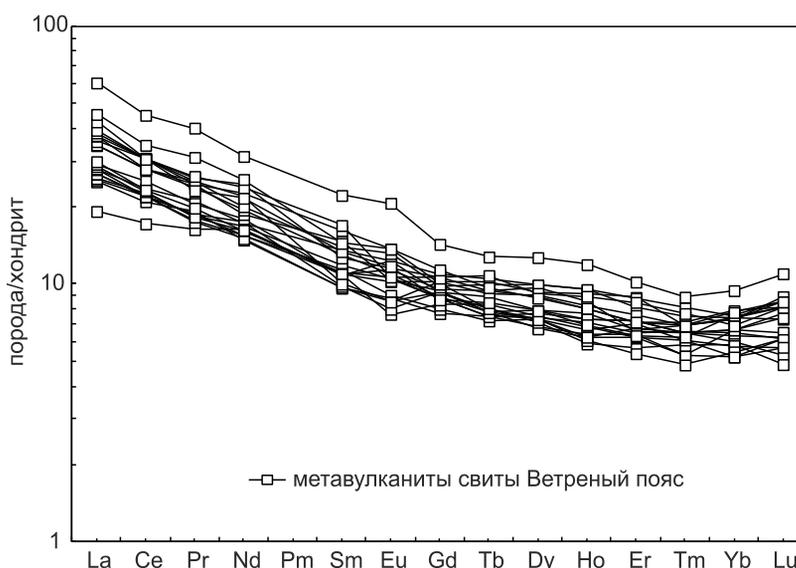


Рис. 11. Нормированные на хондрит C1 [37] спектры распределения редкоземельных элементов в вулканогенных образованиях свиты Ветреного пояса.

Содержание кремнезема (масс. %) варьирует в пределах 47,5–53,6 (в среднем 49,9); MgO – в пределах 6,67–16 (в среднем 13,36); CaO – в пределах 7,49–10,4 (в среднем 8,9), остальные петрогенные элементы в породах свиты имеют относительно постоянный состав. Характерной особенностью пород свиты по сравнению с остальными вулканитами территории является аномально высокий уровень когерентных элементов – хрома (в среднем около 1000 г/т) и никеля (в среднем 300 г/т).

Спектры распределения редкоземельных элементов этих пород характеризуются одинаковой формой и располагаются параллельно друг другу с пологим наклоном и слабопроявленной Eu аномалией (рис. 11).

В целом для метавулканитов свиты ветренный пояс можно выделить следующие геохимические особенности по РЭ: содержания Ti = 3453–5152 ppm; Y = 9–16 ppm; Zr = 43–68 ppm; Sr = 98–265 ppm; Rb = 3–20 ppm; Ba = 25–270 ppm. На диаграммах Ti–Zr, Ti–Y, Y–Sr наблюдаются закономерные изменения химического состава метавулканитов, заключающиеся в согласованном увеличении концентрации элементов. Через фигуративные точки составов можно провести линию регрессии (линию тренда), которая описывает эти изменения. Анализ направления и длины тренда свидетельствует о том, что изменения химического состава метавулканитов обусловлено процессом кристаллизационного фракционирования оливина, клинопироксена и, возможно, ортопироксена (рис. 10).

Авторами отчета образования свиты Ветренный пояс были отнесены к людиковийскому надгоризонту согласно СЛ-200. Однако еще в 1991 г. И. С. Пухтелем были изучены метавулканиты, обнажающиеся на северо-западной окраине кряжа Ветренный Пояс на горе Голец, которая представляет собой реликт вулканической структуры. Пухтелем с соавторами были отобраны образцы из мощного потока коматиитовых базальтов из верхней части разреза. В результате изучения изотопного состава Sm-Nd системы в валовых пробах коматиитовых базальтах был получен изохронный возраст 2448 ± 42 млн лет с $eNd(T) = -1,68$. Изохронный возраст, рассчитанный по трем точкам: валовая проба-оливин-клинопироксен соответствует 2415 ± 5 млн лет с $eNd(T) = -1,97$.

Датирование единичного циркона, выделенного из пробы вулканитов свиты Ветреного пояса, которая была отобрана в районе горы Голец С. В. Межеловской, показало значение U-Pb возраста 2405 ± 5 млн лет. Однако, изученный единичный циркон имеет признаки ксеногенного происхождения – округлая форма, отсутствие четко выраженной огранки и осцилляторной зональности, характерной для магматических цирконов, и сглаженные углы. В дополнение к этому отрицательные значения $eNd(T)$ для вулканитов Ветреного пояса указывают на процессы контаминации основных расплавов коровым веществом.

Таким образом, в настоящее время имеются предпосылки, указывающие на сумийский возраст образования пород Ветреного пояса. Однако это противоречит современным геологическим представлениям о строении территории, в частности об ятулийском и людиковийском времени формирования пород кожозерской и виленгской свит.

Области развития пород свиты Ветреного пояса в геофизических полях связываются с поясом отрицательных гравитационных аномалий (амплитуда локальных аномалий до -9 мГал), имеющих резко градиентный характер, и соответствуют глубинному разлому взбросо-надвигового типа. Магнитное поле образований свиты характеризуется отрицательными значениями, слабоповышающимися в юго-западном направлении и осложненное редкими локальными аномалиями, которые связаны с мелкими интрузиями с повышенной намагниченностью.

Мощность пород свиты ветреного пояса в пределах листа достигает 2300 м.

ВЕРХНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ

ВЕНДСКАЯ СИСТЕМА

Редкинский горизонт

Усть-пинежская свита (V_{2up}). Образования вендского времени представлены отложениями редкинского горизонта, которые со стратиграфическим несогласием перекрывают осадочно-вулканогенные толщи раннего протерозоя и саамско-среднелопийские образования метаморфического беломорского комплекса. Образования имеют субгоризонтальное залегание

с падением на северо-восток в сторону Белого моря под углами 3–10°. Для областей развития отложений этого горизонта уверенных геофизических и дешифровочных признаков не установлено [55].

Литологический состав пород горизонта довольно пестрый и характеризуется резкими фаціальными изменениями по вертикали. В районе р. Кожа отложения редкинського горизонта вскрыты скв. 1 [63]. В низах разреза отмечены мелкозернистые песчаники с галькой кварца в основании, сменяющиеся вверх по разрезу среднезернистыми песчаниками с прослоями мелко-, крупнозернистых. Выше по разрезу описаны мелкозернистые красноцветные песчаники, сменяющиеся конгломерато-брекчиями и далее аргиллитами, алевролитами и аргиллитоподобными глинами.

В скважинах 5 и 6 [80], пройденных в 5 км к востоку от водопада Падун на р. Сывтуга, вскрыты пески мелкозернистые, глины плотные, аргиллиты, песчаники грубозернистые, в нижней части разреза переходящие в гравелиты и конгломераты с галькой зеленых сланцев, базальтов, гранитогнейсов. Подстилающие породы представлены гнейсами беломорской серии.

Основными типами пород, слагающими редкинський горизонт, являются аргиллиты, алевролиты, песчаники и конгломераты.

Конгломераты представляют собой красноцветные или зеленовато-серые грубообломочные породы, состоящие от 10 до 80 % из крупного валунно-галечного материала. На р. Подломка, на смежной с запада территории (лист Р-37-VIII), отмечены красноцветные конгломераты, обнажающиеся на 2 м от уреза воды и перекрытые толщей моренных отложений. Обломочный материал находится в рыхлом рассыпчатом матриксе и представлен гальками и валунами разной степени окатанности размером от 1 до 10 см, эллипсоидальной, часто уплощенной формы. Состав их преимущественно кварцевый (60–70 %), в подчиненном количестве выступают обломки актинолит-хлоритовых сланцев. Кварцевые гальки ориентированы горизонтально (согласно уплощению), а гальки сланцев ориентированы хаотично.

Зеленовато-серые конгломераты представляют собой плотно сцементированную породу, отмечены на левом берегу р. Сывтуга и слагают уступ у уреза воды высотой 1 м. Обломочный материал представлен хорошоокатанными гальками и валунами пород основного состава, имеющих эллипсоидальную форму и размеры от 1 до 15 см.

Конгломераты представляют собой осадочные фрагментные (псефитовые) породы – полимиктовые конгломераты на мономинеральном карбонатном, преимущественно поровом, но местами базальном цементе, количество которого составляет не более 15–25 %. Обломочная часть состоит из различной по степени окатанности галек пород и зерен минералов. Размер единичных галек достигает 3 см. Гравийные гальки имеют размер 2–10 мм, зерна песчаной размерности – 0,25–1 мм и менее. Крупные фрагменты характеризуются хорошей и средней степенью окатанности, а мелкие зерна чаще всего практически не окатаны.

По составу в галечной части конгломератов наблюдается преобладание пород амфиболитового состава, за ними следуют фрагменты серпентинитов и хлоритовых сланцев. Реже встречаются кварцитовидные (кварциты и др.) и амфибол-карбонатные породы. Спорадически отмечаются такие разновидности как амфиболлизированный клинопироксенит, хлорит-мусковитовые и тальк-хлоритовые сланцы. В обломочной части среди минералов преобладают зерна амфибола, распространены лейсты хлорита, встречаются биотит и кварц.

Рудная минерализация встречается в обломочной части пород и представлена оксидами и гидроксидами титана и железа (ильменитом, рутилом, титанитом, магнетитом и гематитом). В карбонатном цементе отмечены секущие эпигенетические микропрожилки гидрогематита.

Объемная масса конгломератов варьирует от 1,89 до 2,63 г/см³ главным образом в зависимости от состава обломочного материала.

Песчаники представляют собой бурые или серые мелко- до крупнозернистых породы псаммитовой структуры, состоящие из плохо- и среднеокатанных зерен кварца и полевых шпатов, сцементированных кварц-полевошпат-слюдистым или железисто-глинисто-слюдистым агрегатом. В цементе присутствуют кварц, хлорит, карбонат, гидроокислы железа, реже амфибол, биотит, серицит. Плотность песчаников составляет 2,2–2,33 г/см³.

Алевролиты и аргиллиты представляют собой породы серого, темно-серого и зеленовато-серого цветов. Они состоят из глинистого материала с незначительной примесью обломочных частиц. В пелитовых разностях пород горизонта лабораторными исследованиями были обна-

ружены обрывки растительных пленок *Synsphaeridium conglutinatum* Tim., *Stictosphaeridium implexum* Tim., *Laminarites antigussimus* Eich., характерные для венда [55].

Мощность толщи осадочных пород усть-пинезской свиты в пределах листа не превышает 100 м.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

НЕОПЛЕЙСТОЦЕН

Четвертичные образования покрывают территорию листа Р-37-IX практически сплошным чехлом; незначительные по площади выходы коренных пород вскрываются в эрозионных обрывах рек, на структурно-денудационных уступах, а также на немногочисленных денудационных скалах-останцах и в карьерах. Формирование комплекса четвертичных отложений происходило в результате многократных наступлений и деградаций ледниковых покровов (с сопутствующими им флювиогляциальными процессами), перемежавшихся с периодами формирования и эволюции крупных морских, озерных и ледниково-озерных бассейнов. Мощность четвертичных образований варьирует от 2–15 м – на водоразделах до 70 м – во впадинах [63].

Расчленение толщи отложений неоплейстоцена на карте четвертичных образований произведено в соответствии с Легендой Карельской серии листов Государственной геологической карты четвертичных отложений Российской Федерации масштаба 1 : 200 000, утвержденной НРС в 1998 г., в основу которой положена региональная унифицированная стратиграфическая схема четвертичных отложений Севера и Северо-Запада Восточно-Европейской платформы, утвержденная МСК в 1984 г., обновленная в 1999 г. с последующими решениями РМСК и МСК.

На территории листа Р-37-IX установлены образования верхнего звена неоплейстоцена, представленные озерными и аллювиальными отложениями ленинградского горизонта, ледниковыми, флювиогляциальными и ледниково-озерными отложениями осташковского горизонта, нерасчлененными верхне-неоплейстоцен-голоценовыми элювиальными и делювиальными и ледниково-озерными отложениями, а также аллювиальными, озерными и болотными отложениями голоцена. Наиболее широко распространены залегающие с поверхности отложения голоцена и осташковского горизонта верхнего звена неоплейстоцена.

Верхнее звено

Валдайский надгоризонт

Валдайский надгоризонт в пределах исследованной площади представлен озерно-аллювиальными отложениями ленинградского горизонта, а также ледниковыми, флювиогляциальными и ледниково-озерными образованиями осташковского горизонта.

Ленинградский горизонт. Отложения ленинградского горизонта установлены в северо-восточной части площади листа [50] и в северо-западной ее части [63], где они выделены на основании интерпретации ретроспективных данных, а также в южной части на основании изучения спорово-пыльцевого спектра разрезов картировочных скважин.

Озерные и аллювиальные отложения (I, a, III, n) представлены переслаивающимися серыми, красновато-бурыми и темно-коричневыми песками, супесями, суглинками и глинами. Разрез отложений ленинградского горизонта в скв. 8, пройденной вблизи северо-западной оконечности оз. Ундозеро, следующий (описание снизу вверх):

1. Супеси коричневые, с большим количеством плохоокатанной гальки до 4 см в поперечнике	24,2–22,9 м
2. Суглинки коричневые до темно-коричневых	22,9–19,0 м
3. Глины темно-коричневые с единичными песчаными зернами	19,0–16,2 м
4. Чередование песков, супесей и суглинков	16,2–14,5 м
5. Суглинки темно-коричневые плотные однородные	14,5–11,6 м
6. Супеси темно-коричневые	11,6–10,0 м
7. Керн не отбирался	10,0–8,9 м
8. Суглинки темно-коричневого цвета с включением кварцевой гальки до 1,5 см в поперечнике	8,9–7,0 м

Общая мощность отложений по разрезу 17,2 м, отобрано 28 образцов на палинологический анализ, что позволило выделить, согласно заключению Т. И. Марченко, семь спорово-пыльцевых комплексов [80].

Комплекс I, интервал глубин 22,4–22,55 м, характеризует развитие темнохвойных лесов с господством ели и сосны, со значительным участием березы, примесью ольхи, единичной липой.

Комплекс II, интервал глубин 22,25–22,4 м, отражает распространение березовых лесов, иногда с примесью ели и сосны. В пыльцевом комплексе достаточно высокое содержание пыльцы кустарниковой березы и ольхи.

Комплекс III, интервал глубин 16,2–22,0 м, свидетельствует о том, что на территории широкое развитие получили таежные лесные группировки, состоящие из ели, сосны и значительным участием белоствольной березы, а открытые площади были заняты луговыми фитоценозами. Пыльца пихты и широколиственных пород встречаются в спектрах единично.

Комплекс IV, интервал глубин 12,2–14,5 м, указывает на то, что в это время лесная растительность занимала, по-видимому, господствующее положение. Были распространены леса с преобладанием ели и сосны, с примесью березы и ольхи, широкое распространение получили травянистые ассоциации из мезофильного разнотравья.

Комплекс V, интервал глубин 11,9–12,1 м, отражает развитие ольхово-березовых лесов с участием ели и сосны, в которых в травяно-кустарничковом ярусе развивались сообщества из трав, папоротников и сфагновых мхов.

Комплекс VI, интервал глубин 9,2–11,7 м, свидетельствует о том, что на территории широкое развитие получили таежные лесные группировки, состоящие из ели, сосны, велико участие ольхи и березы, широколиственные породы единичны. Открытые площади были заняты луговыми фитоценозами.

Комплекс VII, интервал глубин 7,0–8,9 м, характеризует распространение еловых, сосново-березовых лесов с единичной пихтой, широколиственной липой. Большое значение имели формации из папоротников, сфагновых мхов и травянистые ассоциации из мезофильного разнотравья.

Приведенные комплексы говорят о достаточно высокой залесенности района, при этом лесные ассоциации распространялись совместно с ерниковой, кустарничково-моховой и разнотравной формациями. Спорово-пыльцевые спектры позволяют предположить, что формирование отложений происходило в ленинградский (средневалдайский) период.

Кроме того, характерный разрез озерно-аллювиальных отложений вскрыт скв. 4 на северо-западе территории, в верховьях р. Куруса, в инт. 9,6–45,0 м. Толща мощностью 35,4 м представлена переслаиванием супесей, песков, глин. Диатомовый анализ проб, отобранный в инт. 36,0–40,2 м в толще мелко-среднезернистых песков, переслаивающихся с суглинками, установил пресноводные разновидности диатомовых водорослей: *Melosira islandica* subsp. *helvetica* O. Müll., *Eunotia praeurupta* var. *bidens* (W. Sm.) Grun., *Pennularia* sp. и другие, находки которых указывают на то, что формирование осадков происходило в пресноводном бассейне.

Изучение спорово-пыльцевого спектра отложений скв. 4 показало, что за время формирования толщи растительность менялась следующим образом: березовые леса с участием хвойных и единичных широколиственных пород и пихты сменились разреженными березовыми лесами с хорошо развитым моховым покровом, а затем хвойными лесами с участием березы и присутствием пихты и вяза. Хвойные леса затем вновь сменились березовыми с участием хвойных пород и отдельными экземплярами вяза. Такая смена растительности свидетельствует об изменении климатических условий – от более теплых к прохладным и вновь более теплым [63].

Абс. отм. подошвы варьируют в широких пределах – от –25 до +105 м. Наибольшая мощность этих отложений достигает 42 м [63], они подстилаются коренными породами и перекрываются осташковскими ледниковыми и флювиогляциальными отложениями.

Осташковский горизонт. Осташковский горизонт покрывает площадь листа Р-37-IX практически сплошным чехлом, прерывающимся лишь в местах выхода коренных пород на структурно-денудационных останцах и инстративных участках русел рек. Отложения осташковского горизонта представлены ледниковыми, флювиогляциальными и ледниково-озерными образованиями.

Ледниковые образования (glillos) имеют достаточно повсеместное распространение. Отложения представлены темно-серыми, реже красновато-коричневыми валунно-галечными суглинками, редко тяжелыми валунными супесями. Верхняя часть морены обычно

имеет более песчаный состав [45]. Содержание крупнообломочной фракции в нижней части морены обычно невелико (до 10 %), в верхнем горизонте оно достигает 40 %; в петрографическом ее составе присутствуют магматические, метаморфические и осадочные (в т. ч. карбонатные) породы. Мощность ледниковых отложений достигает 40 м, они подстилаются главным образом коренными породами, редко – отложениями ленинградского горизонта и на значительной площади перекрыты флювиогляциальными и ледниково-озерными отложениями осташковского горизонта, а также биогенными, аллювиальными и озерными отложениями голоцена [45; 63].

Один из разрезов ледниковых образований, слагающих моренную равнину, описан в т. н. № 2003, расположенной в 2,7 км к северо-западу от устья р. Порса (описание снизу вверх).

1. Суглинки красновато-коричневые тяжелые неоднородные, с включением плохоокатанных гравия, гальки и валунов кристаллических пород до 25 %	2,0–0,9 м
2. Суглинки желтовато-коричневые тяжелые неоднородные, с включением плохоокатанных гравия и гальки кристаллических пород до 25 %	0,9–0,5 м
3. Почвенно-растительный слой	0,5–0,0 м

На аэрофотоснимках ледниковым отложениям соответствует темный фототон, мозаичная текстура и сглаженные очертания контуров.

Флювиогляциальные отложения (flllos) занимают весьма незначительные площади. Они слагают редкие зандровые поля, а также широко распространенные озовые гряды. Как для зандров, так и для озов гранулометрический состав отложений варьирует в широких пределах – от разнозернистых песков с редким гравием до галечников с валунами и супесчано-песчаным цементом, при этом состав отложений часто достаточно изменчив даже в пределах небольших по площади участков. Содержание крупнообломочной фракции в зандрах обычно не превышает 10 %, в озах она может достигать 50 %. Характерным признаком флювиогляциальных отложений является косая слоистость, выдержанная в пределах каждого конкретного разреза по азимуту и углу падения.

Максимальная установленная мощность флювиогляциальных отложений зандров составляет 19 м, мощность отложений озов, определяемая по высоте их гряд, достигает 30 м [45]. Флювиогляциальные отложения подстилаются преимущественно осташковской мореной (на отдельных участках – коренными породами) и перекрываются осташковским лимногляциалом, а также биогенными, аллювиальными и озерными образованиями голоцена.

На горе Тяпогорская Раль, в т. н. № 1266 описан один из разрезов флювиогляциальных отложений, слагающих озовую гряду высотой 20 м.

1. Песчано-гравийно-галечный материал	2,7–2,1 м
2. Пески ржаво-бурого цвета, разнозернистые кварц-полевошпатовые хорошо сортированные, с включением гравия и гальки кислых и основных пород до 50 % хорошей степени окатанности	2,1–0,1 м
3. Почвенно-растительный слой	0,1–0,0 м

На космоснимках этим отложениям соответствует темный синевато-зеленый фототон. На аэрофотоснимках зандры характеризуются неоднородным фототонном, зернистой текстурой, часто параллельно- или веерообразно-полосчатым рисунком. На материалах дистанционных съемок озы дешифрируются по своей характерной форме – хорошо выраженных протяженных извилистых валов.

Ледниково-озерные отложения (lglllos), занимающие значительные площади, величина которых сопоставима с площадью морены, распространены по всей территории, а наиболее широко развиты в северной и западной частях листа Р-37-IX. Отложения, слагающие равнины, представлены хорошо сортированными мелко- и тонкозернистыми песками, иногда с редким гравием и галькой, а также супесями, суглинками.

В юго-восточной и западной частях территории широким распространением пользуется холмисто-камовый рельеф; холмы, достигающие 200 м в поперечнике, сложены песками, иногда с незначительной примесью гравия.

Мощность вскрытых шурфами и скважинами ледниково-озерных отложений не превышает нескольких метров, однако, исходя из высоты слагаемых ими камовых холмов, предполагается, что она может достигать 20 м [45]. Отложения подстилаются осташковскими ледниковыми и флювиогляциальными отложениями и перекрываются осташковскими и нерасчлененными

верхнеплейстоцен-голоценовыми ледниково-озерными образованиями, а также биогенными, аллювиальными и озерными отложениями голоцена.

Южнее оз. Кипозеро, в т. н. № 1257 описан разрез ледниково-озерных отложений, слагающих равнину (описание снизу вверх).

1. Пески коричневатого-серые мелкозернистые однородные кварц-полевошпатовые сортированные, с прослоями супесей светло-серых однородных (мощностью до 2 см) и линзами глин серовато-коричневых однородных уплотненных массивных (размеры 2 × 5 см)	1,3–0,9 м
2. Пески коричневатого-светло-серые мелкозернистые однородные кварц-полевошпатовые сортированные, с прослоями супесей светло-серых однородных (мощностью 0,5–1 см)	0,9–0,1 м
3. Почвенно-растительный слой	0,1–0,0 м

В северо-восточной части площади образования ледниково-озерного генезиса, слагающие террасу на абс. отм. 50–100 м, представлены глинами и тонкозернистыми песками, вскрытыми многочисленными скважинами ручного бурения [68]. Вскрытая мощность отложений достигает 4 м, вероятно, полная их мощность значительно больше; они подстилаются ледниковыми и флювиогляциальными отложениями осташковского горизонта и частично перекрываются аллювиальными и биогенными образованиями голоцена.

У руч. Мал. Кернешка в шурфе № 5 описан разрез ледниково-озерных отложений, слагающих террасу (описание снизу вверх).

1. Глины коричневатого-светло-серые однородные массивные пластичные	1,2–0,4 м
2. Суглинки светло-серые однородные плотные	0,4–0,2 м
3. Почвенно-растительный слой	0,2–0,0 м

В ходе работ по подготовке к изданию комплекта геологических карт из этих осадков из пяти шурфов было отобрано 20 проб на диатомовый анализ. Лишь в двух пробах отмечены единичные створки пресноводных диатомовых водорослей *Cymbella subaequalis* Grun. и *Aulacoseira subarctica* (O. Müll.), фрагменты створок морских и пресноводных диатомей; другие кремнистые микрофоссилии представлены единично встреченными цистами золотистых водорослей *Chrysophyceae*, фрагментами спикул губок, фитолитами. В остальных пробах кремнистые микрофоссилии практически отсутствуют, за исключением единичных цист хризифитов и фрагментов спикул губок. Согласно заключению А. В. Лудиковой, эти образования формировались в обстановках, неблагоприятных для развития и аккумуляции диатомей.

На космоснимках отложения дешифрируются по зеленым оттенкам фототона и зернистой текстуре, а на аэрофотоснимках – по серому фототону, пятнистому рисунку и зернистой текстуре.

ГОЛОЦЕН

Голоценовые отложения представлены биогенными, озерными и аллювиальными отложениями.

Биогенные (болотные) образования (рН) – наиболее широко распространенный в пределах листа Р-37-IX генетический тип отложений голоцена, они развиты по всей площади работ, образуя в центральной и юго-западной частях листа практически сплошной покров. Большинство болот относятся к верховому типу с гипново-осоковым или сфагново-пушицевым составом растительности; торф преимущественно слабой или средней степени разложения [79]. Мощность торфяников, вскрытых буровыми скважинами, не превышает 5 м, однако нельзя исключить и большую мощность отложений [45; 63]. Биогенные отложения залегают на осташковских и голоценовых отложениях разного генезиса. По данным спорово-пыльцевого анализа Э. С. Плешивцевой, образование наиболее древних торфяников началось в бореальное время голоцена. Биогенные отложения хорошо дешифрируются на аэрофотоснимках по зернистой текстуре изображения, обусловленной грядово-мочажинным микрорельефом. На космоснимках болотным отложениям присущ рыжеватый цвет, переходящий на переуглубленных участках болот в сине-фиолетовый.

Озерные отложения (лН), слагающие котловины, пляжи и террасы современных озер, распространены повсеместно, наиболее широко – на восточном побережье оз. Кожозеро, где ширина полосы озерных отложений достигает одного километра. Отложения представлены

серыми и желтовато-серыми тонкозернистыми песками, супесями и глинами с редкой галькой, гравием и единичными валунами. Мощность озерных отложений достигает 7 м, они залегают на различных по генезису отложениях осташковского горизонта, частично перекрываясь биогенными отложениями голоцена [45; 63].

Спорово-пыльцевые спектры отложений показывают, что их формирование началось в начале голоцена [63]. На аэрофотоснимках озерные отложения имеют светлый фототон, они хорошо дешифрируются по геоморфологическим признакам – приуроченности к берегам современных озер и наличию абразионных уступов и береговых валов.

Аллювиальные отложения (aH) слагают русла, поймы и надпойменные террасы рек рассматриваемой территории. Русловой аллювий представлен преимущественно гравийно-галечными песками (с содержанием гальки и гравия до 20%), в местах размыва озерных и ледниково-озерных отложений он может быть обогащен глинистым материалом, а на участках выхода в русле коренных пород – валунами и глыбами. Пойменный аллювий обычно представлен песками с прослоями суглинков, супесей, торфа. Отложения террас представлены переслаиванием русловых и пойменных фаций. Мощность аллювия – до 8,5 м [63], он залегают на различных по генезису отложениях осташковского горизонта и голоцена, а также на коренных породах.

На аэрофотоснимках и топокартах аллювиальные отложения хорошо дешифрируются по геоморфологическим признакам – приуроченности к выраженным в рельефе долинам современной речной сети, резко отличающимся от окружающих участков светло-серым или белым фототонном.

Верхнее звено – голоцен

Нерасчлененные отложения верхнего звена неоплейстоцена–голоцена представлены ледниково-озерными и элювиально-делювиальными отложениями.

Озерные и ледниково-озерные отложения нерасчлененные (L,lgIII-H?) выделены, предположительно, в северо-восточной части площади, где они слагают террасу на абс. отм. 30–40 м. Отложения представлены глинами серыми и коричневыми, вскрытыми многочисленными скважинами ручного бурения [68]. Вскрытая мощность отложений – до 4 м, а на соседнем с востока территории – 16 м. Они подстилаются мореной и водноледниковыми отложениями осташковского горизонта, будучи частично перекрытыми голоценовыми болотными и аллювиальными осадками.

Генезис этих осадков, выделенных на основании аналогичных отложений, развитых на смежной с востока территории, установлен в связи с тем, что переход между ледниково-озерными и перекрывающими их озерными отложениями чаще всего постепенный, трудно-определяемый, а при незначительной мощности озерных осадков ледниково-озерные отложения могут выходить на поверхность. В некоторых разрезах скважин озерные отложения довольно уверенно отделяются от подстилающих ледниково-озерных по появлению растительных остатков, гнезд вивианита, по смене типично ленточных глин на песчаные, илистые, менее плотные и слабослоистые, а также по смене окраски глин от коричневых до серых. Малакофауна встречается очень редко, есть лишь упоминания по единичным скважинам о находках обломков тонкостенных раковин пелеципод.

На аэрофотоснимках они дешифрируются по темно-серому фототону, пятнистому рисунку и зернистой текстуре.

Элювиальные и делювиальные отложения (e,dIII-H) окаймляют участки выходов коренных пород на поверхности (в этих случаях ширина их выходов, как правило, не выражается в масштабе карты), кроме того, они наблюдаются в разрезах некоторых скважин [63]. Отложения представлены щебнем и дресвой коренных пород (иногда с примесью эрратического материала), редко – суглинками щебнисто-дресвяными. Их мощность достигает 20 м, они залегают на коренных породах и в ряде случаев перекрываются различными по генезису отложениями осташковского горизонта.

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ И ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Интрузивными, а также метаморфическими и плутоно-метаморфическими комплексами сложено около 20% площади листа Р-37-IX. Состав этих образований широко варьирует от ультрамафитов до плагиигранитов, а их формирование происходило в возрастном диапазоне ранний архей – ранний протерозой.

ПЛУТОНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ И ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Саамско-среднелопийские образования

Водлинский плутоно-метаморфический комплекс ($m\gamma SM-LP_2V$). Породы этого комплекса слагают основу Водлозерского блока и являются основанием для раннепротерозойских вулканогенно-осадочных образований структуры Ветреного пояса. В пределах листа породы не выходят на дневную поверхность.

По аналогии с листом Р-37-XV предполагается, что породы комплекса представлены мигматизированными плагиигранитами, гранодиоритами, кварцевыми диоритами, мигматитами. В составе гранитоидных массивов могут присутствовать несколько разновозрастных ассоциаций пород, которые по внешнему облику, петрографическим и петрохимическим характеристикам очень сходны между собой, и их расчленение на данной стадии изученности крайне затруднительно, поэтому они объединены в водлинский плутоно-метаморфический комплекс саамско-среднелопийского возраста.

Раннепротерозойские интрузивные образования

Комплекс Ветреного пояса плутонический перидотит-пироксенит-габбровый ($v\sigma KR_2^1V$). Раннепротерозойские интрузивные образования широко проявлены в пределах листа Р-37-IX. Интрузивные образования района объединены нами в перидотит-пироксенит-габбровый комплекс ветреного пояса. Выделение всех интрузивов в единый комплекс обусловлено общностью их вещественного состава, сходным структурным положением и единством металлогенической специализации. По минеральному и геохимическому составам породы комплекса можно разделить на два подкомплекса: перидотит-пироксенитовый и габбро-диоритовый.

Учитывая, что значительная часть интрузивов установлена по геофизическим данным, не имеет выходов на поверхность и не была вскрыта в результате бурения, такие образования отмечены как перидотит-пироксенит-габбровые нерасчлененные.

Перидотит-пироксенитовый подкомплекс (σKR_2^1V). В пределах листа интрузивные образования подкомплекса представлены как мелкими дайкообразными телами, так и крупными протяженными (5–7 км) массивами при ширине до 1–1,5 км. Вмещающими породами для них являются вулканогенно-осадочные образования кожозерской, виленгской и свиты Ветреного пояса. Интрузивы расположены широкой, согласной с общим северо-западным простиранием структурной зоны, полосой в центральной и северо-восточной частях исследуемой площади.

Массивы, благодаря своей повышенной намагниченности ($1800–15\,000 \times 10^{-6}$ ед. СГС), четко выделяются локальными аномалиями на фоне слабонамагниченного поля над вмещающими осадочно-вулканогенными толщами. Нередко интрузии выходят на дневную поверхность, образуя небольшие холмы иногда со скалистыми склонами, однако значительная часть интрузий не обнажается и была вскрыта скважинами. В структурно-тектоническом отношении интрузии

приурочены к разломам северо-западного простирания, согласным основным направлениям Кожозерско-Шардозерской структурной зоны.

В зонах контактов вмещающие породы нередко подвергались контактовому метаморфизму с образованием кварцево-амфиболовых, кварцево-хлоритовых роговиков, графит-кварц-слюдистых сланцев. В последних обогащение графитом, по-видимому, связано с мобилизацией его в зоне контакта [63].

В петрографическом плане подкомплекс представлен широким спектром пород: перидотиты, серпентиниты, пироксениты. В отдельных интрузиях наблюдаются постепенные переходы одной разновидности пород в другую. Все это свидетельствует об их разновозрастности и формировании из вещества, имеющего один и тот же подкорковый магмогенерирующий очаг. Верлиты, лерцолиты, вебстериты и другие образуют как отдельные интрузивные тела, сложенные какой-либо одной разновидностью пород, так и сложнопостроенные дифференцированные массивы.

Верлиты представляют собой массивную темно-серого до черного цвета породу, имеющую следующий минеральный состав: моноклинный пироксен и оливин, содержащиеся в равных количествах, серпентин, образующий псевдоморфозы по оливину, хлорит. Акцессорные минералы представлены магнетитом, пиритом, пирротинном, гранатом, цирконом, апатитом, рутилом, турмалином. Структура панидиоморфнозернистая с пойкилитовой.

Лерцолиты и плагиоклазсодержащие лерцолиты макроскопически не отличаются друг от друга. Это массивные темно-серые породы. Минеральный состав: оливин – 30–40 %, пироксены – 53–61 %, серпентин, биотит, хлорит, иногда амфибол. Количественно моноклинный пироксен всегда превышает ромбический в 4–5 раза, а содержание оливина иногда достигает 80–90 % и порода по составу близка к оливинитам.

В составе плагиоклазсодержащих лерцолитов, кроме выше указанных минералов, имеется плагиоклаз (андезин № 40) в количестве 1–7 % (реже до 15 %).

Акцессорные минералы представлены пиритом, пирротинном, гранатом. Структура породы панидиоморфнозернистая, панидиоморфнозернистая с пойкилитовой и пойкилитовая.

Вебстериты имеют темно-серую и почти черную окраску, массивную текстуру. Минеральный состав: оливин – до 10 %, пироксен (моноклинный и ромбический) – 80–90 %, биотит – до 7 %, серпентин. Акцессорные минералы: пирит, пирротин, магнетит, гранат, апатит, циркон. Структура породы аллотриоморфнозернистая, редко пойкилитовая. От лерцолитов они отличаются повышенным содержанием цветных силикатов.

Все вышеописанные породы в той или иной степени затронуты серпентинизацией вплоть до образования серпентинитов. Макроскопически *серпентиниты* представляют собой массивные темно-серые с зеленоватым оттенком породы. Минеральный состав их следующий: серпентин (антигорит, лизардит и хризотил) – до 90 %, реликты зерен оливина и пироксена, амфибол, хлорит, биотит, эпидот, тальк, кальцит. По трещинам обычно развивается асбест. Структуры: решетчатая, петельчатая, листоватая, поперечно-волоконистая. Акцессорные минералы представлены апатитом, гранатом, рутилом и цирконом.

Кроме серпентинизации гипербазиты подвержены процессам амфиболизации, приуроченной к эндоконтактовым частям интрузий, где мощность амфиболизированных пород достигает нескольких метров. Описываемый процесс во времени несколько опережает серпентинизацию. Амфиболовые породы имеют серую с зеленоватым оттенком окраску, средnezернистое сложение. Они состоят из амфибола (тремолита) – до 90 %, реликтовых зерен пироксена, хлорита, серпентина, сфена, клиноцоизита, цоизита, отдельных чешуек биотита, талька, магнетита, пирита. Структура нематогранобластовая, гранобластовая.

В петрохимическом отношении основная часть интрузивных образований рассматриваемого подкомплекса принадлежит коматиитовой серии, что хорошо видно на классификационных диаграммах TiO_2-MgO , $Al_2O_3-FeO_{(tot)} + TiO_2-MgO$ (рис. 7). Наибольшая часть фигуративных точек составов находится в секторах коматиитов и коматиитовых базальтов, и лишь небольшая их часть попадает в поле бонинитовой серии пород. На бинарных диаграммах с порообразующими компонентами (рис. 6, 8) фигуративные точки составов пород перидотит-пироксенитового подкомплекса формируют узкий эллипс, который характеризуется содержаниями (масс. %): $SiO_2 = 39-52$; $TiO_2 = 0-0,5$; $FeO_{(tot)} = 7,9-16,7$; $MgO = 20-45$; $Al_2O_3 = 1-9$ и $Na_2O + K_2O$ – до 2 % при $Na_2O > K_2O$.

На диаграммах с редкими элементами (рис. 10) фигуративные точки составов пород образуют компактное поле (в некоторых координатах – узкий эллипс). В целом можно выделить

следующие геохимические особенности по РЭ: содержания $Ti = 1440\text{--}2450$ ppm; $Y = 2,5\text{--}5,2$ ppm; $Zr = 12\text{--}13,1$ ppm; $Sr = 7\text{--}48$ ppm; $Rb = 3\text{--}3,5$ ppm; $Ba = 5\text{--}77$ ppm. Кроме того, в образцах из пород этого подкомплекса были измерены содержания редкоземельных элементов (РЗЭ). Спектры распределения РЗЭ (рис. 12) этих пород характеризуются пологим наклоном $(Ce/Sm)_n = 1,3\text{--}2,5$; $(Sm/Yb)_n = 1,4\text{--}3$; $(Ce/Yb)_n = 2\text{--}7$ и отчетливой Eu аномалией $Eu/Eu^* = 0,7\text{--}0,9$. Нормированные содержания всех редкоземельных элементов меньше 10, кроме La, значения которого незначительно больше этого значения. На диаграмме спектры распределения РЗЭ в изученных образцах характеризуются одинаковой формой и располагаются параллельно друг другу. Это свидетельствует об отделении кумулятивной ассоциации, в которой суммарный коэффициент распределения (минерал/расплав) для каждого редкоземельного элемента характеризуется значениями существенно ниже 1. Для ультраосновных пород такая кумулятивная ассоциация должна была состоять в значительной степени из оливина с небольшим количеством клинопироксена и (возможно) ортопироксена.

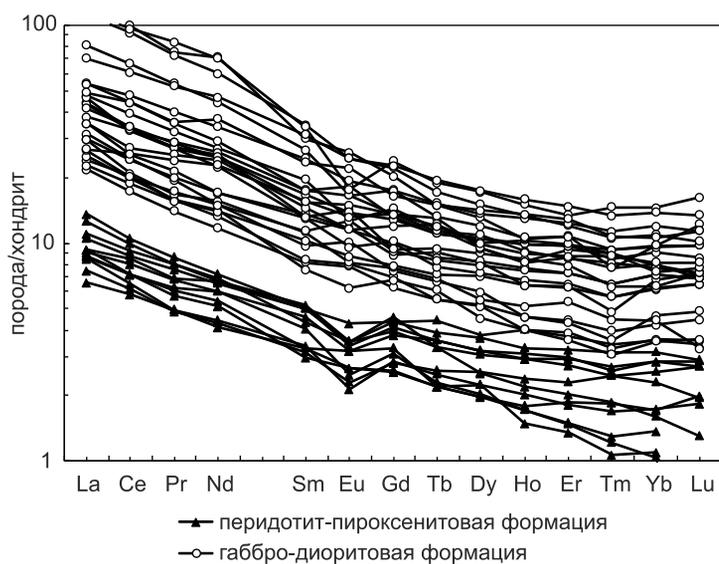


Рис. 12. Нормированные на хондрит C1 [37] спектры распределения редкоземельных элементов в протерозойских интрузивных образованиях.

Габбро-диоритовый подкомплекс (vKR_2^1v). Интрузивные образования данного подкомплекса выходят на дневную поверхность вдоль юго-западного берега оз. Кожозеро, а также вскрыты серией скважин предшественников [55; 63] среди осадочно-вулканогенных пород нижнего протерозоя. По петрографо-минералогическим особенностям породы подкомплекса можно разделить на габбро, кварцевые габбро, лейкогаббро, кварцевые диориты.

Габбро, кварцевые габбро. Интрузии представляют собой тела мощностью от десятков до первых сотен метров, прослеживаемых по простиранию от 0,1–0,2 до 2 км, а также штокообразные тела до 500–700 м в поперечнике. Тела габбро (кварцевых габбро) прорывают нижнепротерозойские образования. Контакты с вмещающими породами резкие, крутые ($70\text{--}90^\circ$). Габбро и кварцевые габбро очень близки по минералогическому составу. Различия наблюдаются в количестве кварца. Переходы от одной породы к другой – постепенные [55].

Породы представляют собой темно-серую массивную мелкозернистую породу со следующим минеральным составом: амфибол – 55 %, плагиоклаз – 40 %. В кварцевых габбро присутствует кварц, содержание которого не превышает 10 %. Акцессорные минералы представлены апатитом, баритом, гранатом, ильменитом, магнетитом, пиритом, пирротинном, сфеном и цирконом. В виде реликтов, помимо амфибола, встречается пироксен. Плагиоклаз замещается цоизитом и эпидотом. Структура пород габбровая, габбро-диабазовая.

Кварцевые диориты, кварцсодержащие габбродиориты. Тела диоритов, габбродиоритов представляют собой изометричные интрузии, прослеживающиеся по простиранию от 1 до 6 км при ширине от 0,2 до 2 км. Характер контактов неясен, т. к. контакты скважинами вскрыты не были и не обнажены.

Кварцевые диориты представляют собой мелко- и среднезернистую породу серого цвета. Минеральный состав: амфибол 30–36 %, плагиоклаз – 40–45 %, кварц – до 20 %, калиевый полевой шпат – 2 %, отдельные чешуйки биотита. Структура породы гипидиоморфнозернистая. Акцессорные минералы представлены апатитом, гранатом, магнетитом, пиритом, пирротинном, сфеном, турмалином и цирконом.

Кварцсодержащие габбродиориты представлены массивными серо-зеленоватыми породами. Минеральный состав: амфибол – 45 %, плагиоклаз – 48 %, кварц – 2–3 %, сфен – до 2 %, калиевый полевой шпат в сростании с кварцем – 3 %. Структура породы гипидиоморфнозернистая. Плагиоклаз замещается эпидотом и цоизитом.

Лейкогаббро. Лейкогаббро представляет собой серую мелкозернистую породу с массивной, участками сланцеватой текстурой. Минеральный состав: пироксен – 30 %, плагиоклаз (лабрадор) – 45 %, кварц – до 10 %, амфибол, развивающийся по пироксену – до 20 %. Акцессорные минералы представлены сфеном. Структура габбро-офитовая. Нередко пироксен в описываемых породах полностью замещен амфиболом, а плагиоклаз – соссюритом.

На классификационных диаграммах (рис. 7) фигуративные точки примерно поровну распределены по полям коматиитовой и толеитовой серий.

На бинарных диаграммах фигуративные точки составов пород габбро-диоритового подкомплекса характеризуются широкими вариациями породообразующих компонентов (рис. 6, 8). Вариации породообразующих оксидов находятся в следующих пределах (масс. %): $\text{SiO}_2 = 46\text{--}60$, $\text{TiO}_2 = 0,3\text{--}2$; $\text{FeO}_{(\text{tot})} = 4,5\text{--}16$; $\text{MgO} = 3\text{--}19$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4\text{--}21$ и $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 1\text{--}5,5$ % при $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$. Таким образом, породы габбро-диоритового подкомплекса отличаются от интрузий перидотит-пироксенитового подкомплекса повышенными содержаниями SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O и пониженным содержанием FeO .

Можно выделить следующие особенности химического состава пород габбро-диоритового подкомплекса по редким элементам: $\text{Ti} = 2300\text{--}13\ 000$ ppm; $\text{Y} = 6,7\text{--}21$ ppm; $\text{Zr} = 27\text{--}80$ ppm; $\text{Sr} = 80\text{--}488$ ppm; $\text{Rb} = 3\text{--}28$ ppm; $\text{Ba} = 14\text{--}581$ ppm (рис. 10). Следовательно, габброиды характеризуются повышенными содержаниями Ti, Y, Zr, Sr и Rb относительно перидотитов.

Спектры распределения РЗЭ пород габбро-диоритового подкомплекса в целом подобны спектрам перидотит-пироксенитового подкомплекса: $(\text{Ce}/\text{Sm})_n = 1,5\text{--}2,7$; $(\text{Sm}/\text{Yb})_n = 1,1\text{--}3,2$; $(\text{Ce}/\text{Yb})_n = 2\text{--}10$; $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,5\text{--}1$. Однако нормированные содержания всех элементов пропорционально выше, чем в породах перидотит-габбрового подкомплекса (рис. 12). Нормированные содержания легких редкоземельных элементов во всех образцах больше 10. В некоторых образцах это значение для средних и тяжелых РЗЭ опускается ниже этой отметки.

На диаграмме спектры распределения РЗЭ в изученных образцах габбро-диоритового подкомплекса характеризуются одинаковой формой и располагаются параллельно друг другу. Это свидетельствует об отделении кумулятивной ассоциации, в которой суммарный коэффициент распределения (минерал/расплав) для каждого редкоземельного элемента характеризуется значениями значительно меньше 1. Для основных пород такая кумулятивная ассоциация должна была состоять в значительной степени из оливина с небольшим количеством клинопироксена и (возможно) ортопироксена.

Наблюдается геохимическая взаимосвязь вулканогенных образований киричской свиты и свиты Ветреного пояса с породами габбро-диоритового подкомплекса. Такая тесная геохимическая взаимосвязь вулканических и субвулканических образований свидетельствует о комагматичности этих образований.

Учитывая геохимическое сходство интрузивных образований комплекса ветреного пояса с комагматичными им вулканитами одноименной свиты, возраст внедрения интрузий предполагается людиковийским, что не противоречит Легенде Карельской серии листов. В рамках ГДП-200 [80] было отобрано шесть проб для выделения цирконов с целью определения абсолютного возраста изотопными методами, однако только в одной из проб удалось выделить достаточное количество зерен приемлемого размера – это проба 1853 из кварцевых габбро из обнажения на р. Ундоша (лист Р-37-ХV).

Проба 1853 отобрана из среднезернистых кварцевых габбро у уреза воды в среднем течении р. Ундоша на смежном листе (лист Р-37-ХV). Интрузия прорывает породы верхней подсвиты киричской свиты. Из пробы было выделено 23 зерна циркона, из них 21 циркон был продатирован. Локальное датирование цирконов U-Pb методом (одна проба, 23 точки) выполнено на ионном микронзонде SHRIMP-II в ЦИИ ВСЕГЕИ.

Для цирконов были получены возрасты в диапазоне от 1751 до 2794 млн лет, с содержаниями урана от 55 до 462 ppm и «магматическим» отношением Th/U – от 0,17 до 1,69.

Фигуративные точки пяти цирконов из выборки образуют на диаграмме с конкордией два кластера конкордантных возрастов. Первый кластер характеризуется конкордантным возрастом $1763 \pm 5,3$ млн лет, он сформирован четырьмя точками (рис. 13). Второй конкордантный возрастной кластер формирует одна точка архейского возраста (2775 ± 19 млн лет), измеренная в центре единственного удлиненного циркона без выраженной (со скругленными углами) огранки (рис. 14).

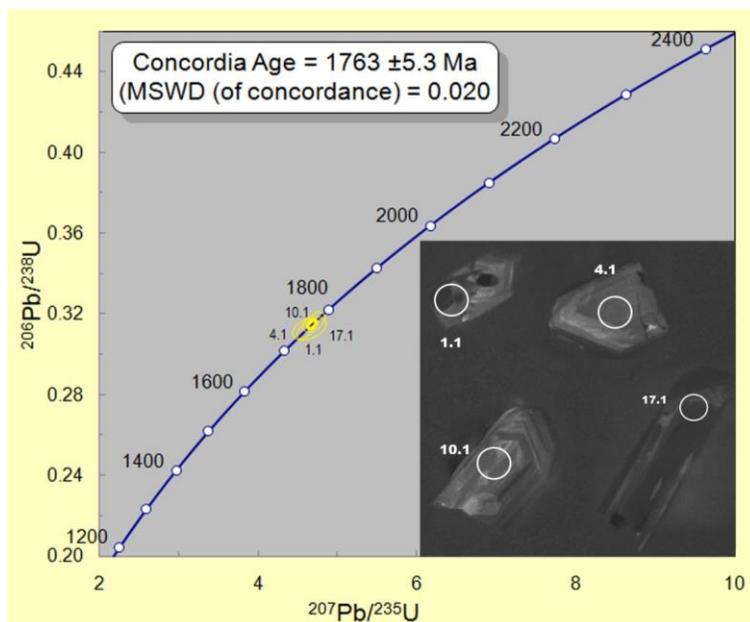


Рис. 13. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Конкордантный возраст – $1763 \pm 5,3$ млн лет.

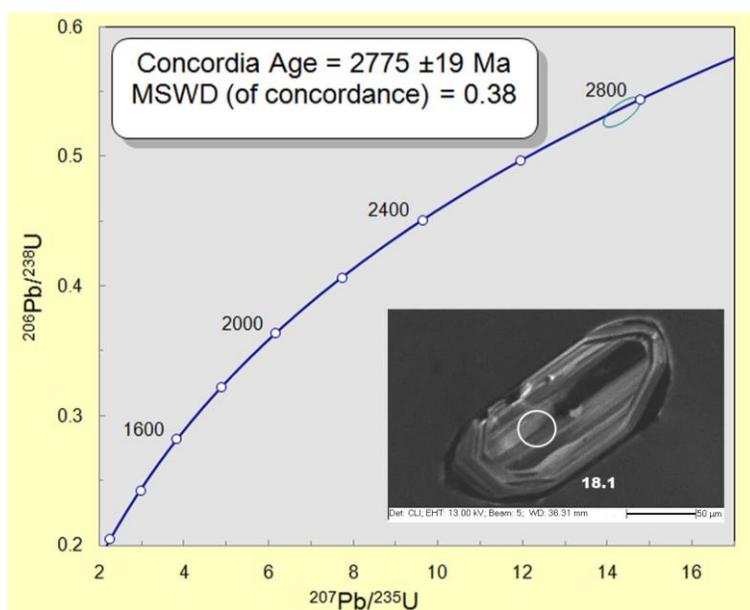


Рис. 14. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Конкордантный возраст – 2755 ± 19 млн лет.

Остальные точки измерения характеризуются дискордантными значениями. Измеренные точки в координатах $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ – $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ образуют группу, через которую можно провести дискордию с верхним пересечением 1770 ± 11 млн лет и нижним -176 ± 960 млн лет (рис. 15). Значение возраста верхнего пересечения в пределах ошибки совпадает с возрастом $1763 \pm 5,3$ млн лет, определенного для конкордантных точек призматических цирконов первой и второй групп. Нижнее пересечение, по всей видимости, не имеет геологического смысла.

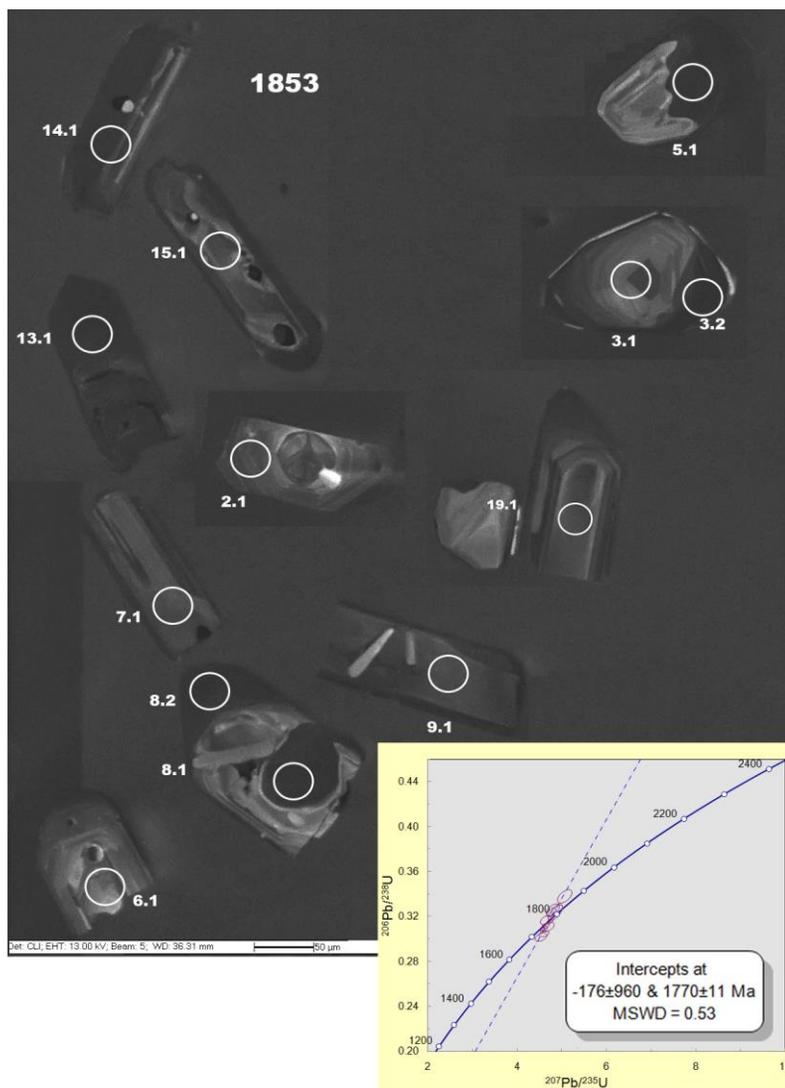


Рис. 15. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Верхнее пересечение дискордии – 1770 ± 11 млн лет.

Точки в координатах $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ – $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ образуют группу, через которую можно провести дискордию с верхним пересечением 1820 ± 37 и нижним -26 ± 1600 млн лет (рис. 16).

Интерпретировать значения возрастов, полученные для цирконов пробы 1853, можно несколькими способами. Во-первых, учитывая полное геохимическое сходство габбро из данного обнажения с остальными породами комплекса и свиты Ветреного пояса, можно предположить, что полученные значения возрастов характеризуют все образования данного этапа вулканизма. Во-вторых, можно предположить, что массив, из которого была отобрана данная проба, представляет другой магматический комплекс (этап магматической активизации), ранее в регионе не фиксировавшийся. И, в-третьих, полученные значения возраста можно связать с процессами регионального метаморфизма в постколлизийный этап, что, учитывая основной состав пород, представляется менее вероятным.

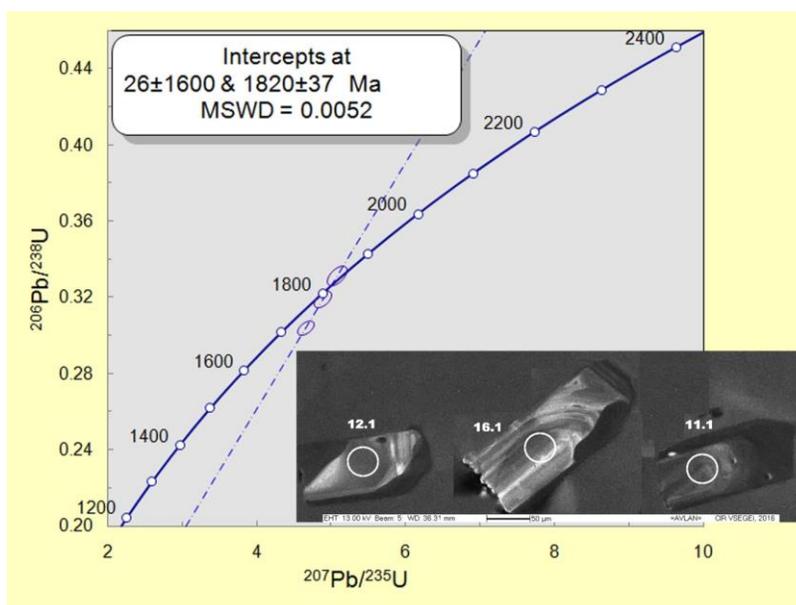


Рис. 16. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Верхнее пересечение дискордии – 1820 ± 37 млн лет.

Таким образом, вопрос о возрасте как вулканитов свиты ветреного пояса, так и комагматичных им интрузий остается открытым, в связи с чем авторы записки считают преждевременным внесение каких-либо изменений в Легенду Карельской серии листов.

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Беломорский метаморфический комплекс (gSM-LP_{2bl}). Глубоко метаморфизованные образования беломорского комплекса являются самыми древними на площади и развиты в северной и северо-восточной частях листа Р-37-IX и отделены от осадочно-вулканогенных пород раннепротерозойской структуры Ветренный пояс зоной Северного разлома глубинного заложения.

Впервые комплекс гнейсов был выделен В. М. Тимофеевым в 1935 г. под названием «беломорской формации» и по возрасту отнесен к ботнийским образованиям архея. Н. В. Альбовым в 1939 г. они отнесены к нижнеархейским образованиям. По аналогии с хорошо обнаженными породами Северной Карелии беломорские гнейсы условно относились к керетской свите [70].

Вследствие слабой обнаженности информация по составу пород комплекса носит обрывочный характер и приводится в основном по данным единичных картировочных скважин. Образования беломорского комплекса вскрыты в северной части территории скважинами 1–3 при проведении ГСР-50 [63], где они представлены различными гнейсами, гранитогнейсами, гнейсодиоритами, мигматитами. При проведении ГДП-200 [80] образования беломорид вскрыты скважинами 4–6 в северо-восточной части листа в районе водопада Падун на р. Сывтуга, где закартированы гранитогнейсы, мусковитовые гнейсы, в т. ч. гранатсодержащие, амфиболиты.

При поисковых работах на алмазы [84], при заверке ЛМА в пределах области развития вендских осадков, перекрывающих беломориды, были вскрыты в основном тела амфиболитов по породам основного и ультраосновного составов.

Гранитогнейсы – розовато-серые, серые мелко- и среднезернистые породы гнейсовой текстуры, гранобластовой, реже лепидогранобластовой структуры, состоящие на 50–60% из плагиоклаза, 20–40% – кварца, 5–20% – биотита, мусковита. В подчиненном количестве содержится микроклин, эпидот, цоизит, гранат, сфен, кианит, хлорит. Биотит часто замещается мусковитом.

Гнейсодиориты – серые, темно-серые породы гнейсовидной текстуры, лепидогранобластовой, реже нематогранобластовой структуры, состоящие из плагиоклаза (40–50%), роговой обманки (10–20%), кварца (10–20%), биотита (5–20%), реже микроклина, сфена, граната.

Гнейсогранодиориты – розовато-серые, темно-серые породы гнейсовидной текстуры, лепидогранобластовой, реже нематогранобластовой структуры, состоящие из плагиоклаза (40–50%), роговой обманки (10–20%), кварца (10–20%), биотита (5–20%). В подчиненном количестве содержится микроклин, эпидот, цоизит, гранат. Биотит часто замещается мусковитом.

Амфиболиты – зеленовато-серые до темно-серых гнейсовидные породы нематобластовой структуры, состоящие в основном из роговой обманки. Редко присутствуют отдельные чешуйки биотита, плагиоклаза, эпидота, хлорита, цоизита.

Для беломорид Покровского карьера (75 км к северу от границы листа) были получены величины Sm-Nd модельных возрастов гранат-биотит-амфиболовых гнейсов и оценены в 2800 млн лет [90].

Гравитационное поле в пределах области распространения образований беломорского метаморфического комплекса знакопеременное, преимущественно отрицательное. Аномальное магнитное поле области развития комплекса спокойное, отрицательное.

ТЕКТОНИКА

Территория листа Р-37-IX расположена в пределах двух крупнейших тектонических элементов первого порядка Восточно-Европейской платформы – Русской плиты (I) и Балтийского щита (II). Вендские осадки, представляющие Русскую плиту, относятся к Онежской моноклинали (I-A). В пределах Балтийского щита выделяются две структуры более низкого порядка: Беломорский (II-A) и Карельский (II-B) геоблоки. Беломорский геоблок представлен Сосновецким блоком (II-A.1), а Карельский геоблок представлен структурой Ветреный пояс (II-B.1), которая, в свою очередь, сложена Кожозерско-Шардозерской и Киричской структурами и залегает на плутоно-метаморфических образованиях Водлозерского блока.

Исходя из условий залегания и состава образований, слагающих различные структурные единицы, на площади листа выделено три структурных этажа: архейский, нижнепротерозойский и верхнепротерозойский.

АРХЕЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

Архейский структурный этаж (СЭ) выделяется в пределах всего листа Р-37-IX и отвечает саамско-среднелопийскому структурному ярусу, представленному гранитоидами фундамента Беломорского и Карельского геоблоков, слагающими протоконтинентальную кору. Породы Карельского геоблока, представленные образованиями водлинского плутоно-метаморфического комплекса (Водлозерский блок, Восточно-Карельская СФЗ), на дневную поверхность не выходят, но являются подстилающими для раннепротерозойских образований структуры Ветреный пояс. Породы Беломорского геоблока выходят на поверхность на севере и северо-востоке исследуемой территории на абс. отм. 20–25 м и вскрытых рядом картировочных скважин [55; 63; 80].

Породы данного структурного этажа (СЭ) погружаются в северо-восточном и восточном направлениях под осадочный чехол на глубину до 60 м и более. По данным геофизических исследований и бурения, на фоне общего погружения поверхности СЭ выявлена серия локальных зон приподнятого (выступы) и резко опущенного (депрессии) залегания пород беломорского комплекса, при этом отдельные приподнятые участки выступают на поверхности среди полей развития вендских отложений.

Этаж характеризуется полициклическим развитием, неоднократными проявлениями интенсивных деформаций, метаморфизма высоких фаций, гранитоидного и базитового магматизма. В геологическом строении этажа участвуют гранитогнейсы, гнейсы, гнейсодиориты, тоналиты и амфиболиты. Породы метаморфизованы в амфиболитовой и гранулитовой фациях. Возраст пород оценивается в 2,93–2,64 млрд лет [90].

НИЖНЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

Образования нижнепротерозойского СЭ слагают структуру Ветреный пояс Выгозерско-Кожозерской подзоны Восточно-Карельской СФЗ Карельского геоблока. Структура Ветреный пояс занимает пограничное положение между Беломорским подвижным поясом и Карельским кратоном (формально относится к последнему), границы ее повсеместно тектонические. От Беломорского геоблока структура отделяется глубинным Северным разломом (I). В структурном отношении Ветреный пояс представляет собой моноклинали, породы которой полого падают на северо-восток [80].

В составе СЭ выделяются два структурных яруса (СЯ): нижнекарельский и верхнекарельский.

Нижнекарельский СЯ сложен породами терригенно-андезитобазальтовой формации киричской свиты и карбонатно-терригенной формации кожозерской свиты, несогласно залегающими на породах архейского структурного этажа. В пределах площади листа образования данного СЯ формируют Киричскую структуру, залегают моноклинально с падением 10–40° в северо-восточном направлении.

Верхнекарельский СЯ сложен породами карбонатно-терригенно-углеродсодержащей формации виленгской свиты, и непосредственно коматиитовыми базальтами свиты ветреного пояса. От нижележащих образований нижнекарельского яруса они отделены глубинным Центральным разломом надвигового характера.

Породы виленгской свиты представлены чередованием метаалевролитов, метаалевритов и метапесчаников с мощностью слоев в первые сантиметры, которые в целом залегают моноклинально с падением от 5 до 50° в северо-восточном направлении. Однако по характеру магнитного поля в пределах области развития пород свиты можно с определенной долей вероятности говорить о сложном складчато-надвиговом характере строения разреза.

Свита ветреного пояса венчает разрез протерозоя территории, отложения ее представлены вулканитами коматиит-базальтовой формации. В зонах тектонических нарушений базальты интенсивно расланцованы и метаморфизованы до зеленых сланцев.

ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАЖ

Верхнепротерозойский СЭ сложен породами терригенной формации усть-пинежской свиты, образующей на северо-востоке описываемой территории основание осадочного чехла – Онежскую моноклинали Русской плиты, с глубоким размывом и длительным перерывом залегающего на породах кристаллического фундамента. Сложное строение поверхности кристаллического ложа в сглаженном виде повторяется и в рельефе поверхности образований верхнепротерозойского СЭ. Погружение кровли пород происходит в северо-восточном и восточном направлениях под углами до 10°. Слагающие ярус породы выполняют понижения довендского рельефа.

Залегают породы структурного яруса субгоризонтально с падением пластов на восток-юго-восток под углами до 10°. Разрывные нарушения поздневендского возраста практически отсутствуют, имеются лишь локальные дислокации, связанные с неотектоническими движениями. Для яруса характерно в целом трансгрессивное строение верхневендской толщи, преобладание песчаников гравелитов и конгломератов в ее нижней части и аргиллитов – в верхней.

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

Все границы геологических подразделений довендского возраста в пределах листа являются тектоническими. По геологической значимости разрывные нарушения подразделяются на главные и второстепенные. Наиболее древними из установленных разломов на территории листа является серия главных разломов северо-западного простирания надвиговой кинематики и второстепенных внутриблоковых, выраженных в пределах всей структуры Ветренный пояс и образованных в конце раннепротерозойского периода.

Наиболее поздними по времени последнего воздействия на структурный план территории, но не по времени заложения являются северо-восточные разломы. По геофизическим данным установлено, что они смещают положение толщ раннего протерозоя.

Всего в пределах листа Р-37-IX выделяется шесть именных разломов, которые в основном определяют структурный план геологического строения площади: глубинные – Северный (1) и Центральный (2), второстепенные – Кожозерский (3), Бураковский (4), Тяпогорский (5), Сиверский (6).

Северный (1) разлом глубинного заложения имеет, предположительно, надвиговую кинематику и разграничивает Карельский и Беломорский геоблоки. В геофизических полях зона Северного разлома представлена поясом отрицательных гравитационных аномалий. Амплитуда локальных аномалий до –9 мГал, имеет резко градиентный характер и соответствует глубинному разлому взбросо-надвигового типа. Магнитное поле в пределах данной зоны отрицательное, слабоповышающееся в юго-восточном направлении и осложненное редкими локальными

аномалиями, обусловленными дайками и мелкими телами габброидов(?) с повышенной намагниченностью.

Центральный (2) разлом надвиговой кинематики разграничивает образования нижнекарельского и верхнекарельского структурных ярусов. В геофизических полях положение разлома фиксируется серией высокомагнитных магматических тел комплекса Ветреного пояса. Скв. 18 [80] была вскрыта зона надвига. На глубине 54 м вскрыт тектонический контакт тела перидотитов и карбонатных сланцев кожозерской свиты. Породы в зоне контакта (0,4 м) превращены в глинку трения. Ниже по разрезу карбонатные сланцы интенсивно перемяты в мелкие складки (гофрированы), местами раздроблены, в двух интервалах на удалении нескольких десятков метров от зоны надвига отмечается скарнирование пород [80].

Кожозерский (3) разлом имеет северо-восточное простирание и представляет собой тектоническую зону из нескольких параллельных разрывных нарушений, образующих своеобразную «грабенообразную» структуру на северо-западе листа. Относительно пониженная зона, ограниченная параллельными разломами, выполнена с северо-востока вендскими осадками усть-пинезской свиты. Положение зоны кожозерского разлома фиксируется в геофизических полях смещением магнитных аномалий, связанных с высокомагнитными интрузивами комплекса Ветреного пояса, а также по данным дешифрирования космоснимков.

Бураковский (4) разлом северо-восточного простирания, установленный по данным дешифрирования космоснимков и по результатам интерпретации геофизических материалов, ограничивает крупный блок, представляющий собой горст. Внутри горста ширина выходов базальтов свиты Ветреного пояса не превышает 7 км, а на юго-востоке от разлома составляет около 15 км. В то же время площадь распространения пород кожозерской и виленгской свит в пределах горста увеличивается [55].

Тяпогорский (5) и Сиверский (6) разломы, протягивающиеся на юго-западе территории, имеют вертикальное падение. Они установлены по данным дешифрирования космоснимков и по результатам интерпретации геофизических материалов.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ

Информацию о глубинном строении территории листа Р-37-IX (Ундозеро) дает анализ геофизических карт (аномального магнитного поля и поля силы тяжести) масштабов 1 : 200 000 и 1 : 500 000; результаты электроразведочных работ методом АМТЗ, полученных в ходе проведения работ по подготовке авторского варианта ГК-200/3 площади листов Р-37-IX, XV (Шардозерская площадь) [80]; материалов по сейсмическим профилям: Костомукша–(Плесецк)–Семипалатинск (проект Рубин-1) [49] и р. Ниж. Телза – оз. Кипозеро [42], проходящих в южной и юго-восточной частях листа Р-37-IX; данные комплексной интерпретации многочисленных профилей ГСЗ, полученные при составлении ГК-1000 листа Р-(35)–37 и расчетный геолого-геофизический разрез, построенный по линии А₁–А₂, вкрест простирания аномалий потенциальных полей и основных геологических структур площади.

Глубинное строение площади листа рассматривается с позиции расслоенности и делимости литосферы на крупные тектонические структуры первого порядка. В пределах площади листа выделяется две наиболее крупные структуры: Беломорский и Карельский геоблоки. Беломорский геоблок представлен Сосновецким блоком, а Карельский геоблок – структурой Ветренный пояс.

Так в пределах Карельского геоблока на основе анализа скоростных характеристик принята трехслойная модель разреза земной коры (для разделения слоев «верхней» и «нижней» коры недостаточно данных):

– «верхняя кора» – скорость продольных волн – 6,35–6,55 км/с и распространяется на глубину до 22 км; плотность пород – 2,62–2,84 г/см³ (средняя 2,73 г/см³);

– «нижняя кора» – скорость продольных волн – 6,4–6,9 км/с, располагается на глубинах от 22 до 42 км; плотность – 3,03–3,12 г/см³;

– «верхняя мантия» – скорость продольных волн – более 7,0 км/с, располагается на глубинах ниже 42 км; плотность – 3,39 г/см³.

По данным исследований и по интерпретации скоростного разреза, в основании коры присутствует зона так называемой «коро-мантийной смеси» со скоростью 7,0–7,2 км/с и мощностью до 12 км.

В строении верхней части земной коры принимают участие: нижнепротерозойский вулканогенно-осадочный (сумий–людиковый) и водлинский плутоно-метаморфический комплексы. Для получения средних плотностных характеристик породных комплексов учитывались данные из геологических отчетов [57; 58; 69]. В соответствии с этой обширной информацией плотность нижнепротерозойских вулканогенно-осадочных образований принята равной 2,65–2,84 г/см³, средняя плотность пород фундамента – 2,65 г/см³.

Дополнительная информация получена по расчетным данным геолого-геофизического разреза А₁–А₂, которая показывает, что в пределах площади основная часть образований нижнего протерозоя залегает в виде тектонических пластин. Мощность вулканогенно-осадочного комплекса составляет порядка 2,2 км. По результатам интерпретации данных электроразведочных работ методом АМТЗ в геоэлектрических разрезах могут быть выделены единичные тектонические пластины (дуплексы), сформированные при надвигании образований палеопротерозоя друг на друга с востока на запад. Ширина дуплексов составляет от 0,9 до 1,1 км и длиной до 3 км. Диапазон углов падения краевых надвигов составляет от 25 до 40°.

Для Беломорского геоблока также рассматривается трехслойная модель разреза земной коры:

– «*верхняя кора*» – скорость продольных волн – 6,4–6,7 км/с и распространяется на глубину до 22 км; плотность пород – 2,52–2,88 г/см³ (средняя 2,7 г/см³);

– «*нижняя кора*» – скорость продольных волн – 6,5–7,0 км/с, располагается на глубинах от 22 до 38 км; плотность – 3,03–3,12 г/см³;

– «*верхняя мантия*» – скорость продольных волн – более 7,0 км/с, располагается на глубинах ниже 38 км; плотность – 3,39 г/см³.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В истории геологического развития территории листа Р-37-IX устанавливается пять крупных временных интервалов (эпохи), различающиеся спецификой основных геодинамических процессов: архейская (формирование протоконтинентальной коры), раннепротерозойская (смена режимов протонутриконтинентальных депрессий и протоконтинентального рифтогенеза), свекофеннская (коллизийный), позднепротерозойская (платформенный) и кайнозойская.

Архейская эпоха. События данного периода развития территории связаны с формированием протоконтинентальной коры. На самом раннем этапе развития (3,3–3,0 млрд лет) была сформирована ее древняя составляющая – ранняя кора, сложенная главным образом тоналитами, плагиогранитами, тоналито-гнейсами с небольшим количеством гранодиоритов и амфиболитов. В более поздние периоды лопийского времени комплексы «ранней коры» были реоморфизированы в процессе тектонической активизации и повторных плавлений нижней коры, что привело к формированию низкокальциевых плагиогранитов, мигматитов плагиогранитов, тоналитов и лейкогранитов ранне-среднелопийского возраста (3,0–2,9 млрд лет).

Представителями данной породной ассоциации на площади листа представлены нерасчлененными плагиогранитами, гранодиоритами, кварцевыми диоритами, слагающими Водлозерский блок Карельского кратона и породами беломорского метаморфического комплекса.

Несколько близких значений абсолютного возраста (2863 ± 6 , $2958 \pm 5,9$ и 2951 ± 16 млн лет) было получено U-Pb методом по цирконам, выделенным из плагиогранитов водлинского комплекса на территории сопредельного с юга листа Р-37-XV, что хорошо коррелируется с возрастом пород тоналит-трондьемит-гранодиоритовой серии, полученному западнее территории листа – 2961 млн лет (Ранний докембрий ... , 2005). Самое молодое из полученных значений абсолютного возраста – 2788 ± 17 млн лет, по-видимому, отражает последний этап консолидации Водлозерского блока совместно со среднелопийскими зеленокаменными образованиями листа Р-37-XV, для которых определения абсолютного возраста составляют от 2857 ± 7 до 2960 ± 150 млн лет [80]. Начиная с этого времени, достоверно установленных геологических событий в пределах Водлозерского блока не установлено.

Северо-восточная часть территории листа сложена в настоящее время породами беломорского метаморфического комплекса, который в соответствии с Легендой Карельской серии листов-200 [20] отнесен к саамско-нижнелопийскому нерасчлененному комплексу. Формирование современной структуры Беломорского подвижного пояса остается пока недостаточно исследованной. В пределах площади листа породы комплекса испытали неоднократный метаморфизм, мигматизацию и гранитизацию и в настоящее время представлены преимущественно гнейсами, гнейсодиоритами, гнейсогранодиоритами и плагиомикроклиновыми гнейсогранитами. Породы сильно дислоцированы. Ряд исследователей в истории формирования и развития Беломорского пояса выделяют не менее четырех этапов интенсивных разнонаправленных тектонических деформаций, метаморфизма и глубинного основного и кислого магматизма [13]. «Поздний диафторез пород беломорского комплекса и наиболее интенсивная плагиомикроклиновая гранитизация и пегматитообразование происходит на уровне среднетемпературной амфиболитовой фации кианит-силлиманитовой фациальной серии и относится к завершающему циклу среднекарельского этапа, что подтверждается многочисленными геохронологическими данными» [10].

Раннепротерозойская (карельская) эпоха геологического развития территории полностью связана с формированием структуры Ветреный пояс. В данном временном периоде мож-

но выделить два крупных интервала: сумийско-сарийский (2,5–2,3 млрд лет) и ятулийско-людиковыйский (2,3–2,0 млрд лет).

Сумийско-сарийский период (2,5–2,3 млрд лет) карельского времени знаменуется заложением на северо-восточной окраине Водлозерского блока узкой линейной депрессии в условиях постепенного растяжения архейской коры. На ранних стадиях растяжения происходит накопление преимущественно терригенных плохосортированных осадков нижней подсвиты киричской свиты, что косвенно свидетельствует о низкой скорости прогибания заложившейся депрессии. В дальнейшем при сохранении северо-восточного вектора растяжения происходит очередной этап, знаменующийся возникновением трещин в коре и накоплением многопоровых толщ вулканитов преимущественно андезибазальтов–андезитов с горизонтами туфов, туфокогломератов верхней подсвиты киричской свиты.

Ятулийский этап (2,3–2,1 млрд лет) характеризуется развитием протонутриконинентальной депрессии и накоплением в условиях пенеплена хемогенно-терригенных осадков кожнозерской свиты, источником для которых служило архейское основание. Накопление толщи кожнозерских осадков происходило в условиях перманентного растяжения с редкими вспышками эндогенной активности, что фиксируется в разрезе прослоями вулканитов и туфогенного материала. Большинство исследователей региона образования кожнозерской свиты коррелируются с толщей карбонатных пород тулоозерской свиты ятулия Онежской структуры.

Начало *людиковыйского этапа* (2,1–1,92 млрд лет) развития структуры Ветреный пояс фиксируется резким ускорением растяжения земной коры и, как следствие, значительным углублением осевой части палеодепрессии, что приводит к накоплению мощной толщи ритмично-слоистых осадков виленгской свиты. Толща сложена закономерным чередованием метапесчаников, метаалевролитов и метааргиллитов с карбонатным цементом и примесью углеродистого вещества. Генетически данные образования можно трактовать как флишоидные, образовавшиеся в глубоководных условиях на континентальном склоне. Отмеченные предшественниками в пределах свиты прослой вулканитов и туфогенного материала в купе с наличием углеродистого вещества в составе цемента свидетельствуют о высокой эндогенной активности как в осевой части рифтовой долины, так, возможно, и по системе параллельных ей разломов в краевых, не столь углубленных частях депрессии.

Завершается раннепротерозойская эпоха развития территории заложением системы глубинных разломов северо-западного простирания и излиянием мощной толщи базальтов, коматиитовых базальтов и коматиитов свиты Ветреного пояса в условиях протоконтинентального рифтогенеза. Петрографические, петрологические и геохимические исследования метавулканитов свиты Ветреного пояса показали их относительную однородность по всей протяженности Ветреного пояса. Практически полное отсутствие в разрезе вулканитов свиты Ветреного пояса, значимых по мощности прослоев осадочных и вулканогенно-осадочных образований, позволяет утверждать с определенной долей вероятности о том, что данный этап эндогенной активности имел импульсный характер, т. е. не был «растянут» во времени.

На заключительной стадии становления рифтогенной структуры Ветреный пояс происходило внедрение многочисленных комагматичных свите Ветреного пояса интрузий одноименного комплекса, прорывающих в пределах площади листа метаосадочные образования виленгской и кожнозерской свит. Достоверно установлено, что интрузии комплекса Ветреного пояса прорывают главным образом отложения виленгской свиты, наличие их среди пород кожнозерской свиты предполагается по геофизическим данным. С данной стадией увязывается основной объем автотомасоматических и низкотемпературных изменений пород.

Завершение карельского вулканизма ознаменовалось последующей **свекофеннской коллизией** (1,97–1,88 млрд лет), в результате которой Беломорский и Карельский геоблоки сформировали единый протоконтинент. Данный период тектонической активности характеризуется общей структурно-тектонической перестройкой и метаморфизмом.

Наиболее вероятно, что в середине людиковия после излияния мощных толщ базальтов свиты Ветреного пояса структура представляла собой некий аналог Онежской депрессии. Надвигание на северо-восточную окраину Карельского геоблока мощных покровов беломорских плутоно-метаморфических образований уничтожило восточную часть раннепротерозойского синклинория и обусловило широкое развитие складчато-надвиговых форм тектоники в сохранившемся юго-западном крыле структуры Ветреный пояс.

Современный структурный план территории листа отражает сложную чешуйчато-надвиговую кинематику свекофеннских коллизионных процессов, в результате которых структурно-

тектонический план территории был коренным образом перестроен. Основным направлением сжатия в пределах площади являлись субширотное (в южной части площади листа) и северо-восточное (в северной части площади листа).

Надвигообразование наиболее явно проявлено в относительно пластичных толщах кожозерской и особенно виленгской свит. В магнитном поле, благодаря насыщенности виленгской свиты высокомагнитными субсогласными интрузиями комплекса Ветреного пояса, хорошо отображается современная внутренняя структура толщи, которая сложена множеством надвигов, фронт которых имеет преимущественно северо-западное простирание.

В позднепротерозойскую эпоху геологического развития происходит общее воздымание территории и последующая денудация. Начиная с венда, территория переходит в платформенную стадию развития. Так, с низов редкинского горизонта бассейн постепенно увеличивал свою глубину, о чем свидетельствует уменьшение зернистости песчаников вверх по разрезу вплоть до появления алевролитов. Дальнейшая трансгрессия привела к изменению условий осадконакопления с шельфовых к обстановкам континентального склона, где в осадках отмечены оползневые брекчии в аргиллитах. Далее трансгрессия продолжалась, что подтверждается накоплением осадков глинистой фракции. Источником сноса и разрушения послужили подстилающие осадочно-вулканогенные породы.

Геологических признаков палеозойского и мезозойского этапов развития на территории листа не установлено. В эти периоды здесь существовал континентальный режим, и тектономагматическая активность проявлена не была. Вплоть до четвертичного периода территория представляла область размыва и сноса материала.

Кайнозойская эпоха. Отсутствие отложений раннего, среднего и нижней части верхнего звеньев неоплейстоцена не позволяет детально проследить историю геологического развития территории в этот период. Предположительно, в это время территория подвергалась воздействию многочисленных оледенений, в ходе которых произошло разрушение региональной коры выветривания и денудация (экзарация) коренных пород. При этом каждое последующее оледенение денудировало также и отложения предыдущих ледниковых периодов и межледниковий.

Некоторые авторы предполагают, что в микулинское время (начало верхнего неоплейстоцена) в Кожозерскую впадину могла проникать морская трансгрессия [8], однако достоверных подтверждений этому в настоящее время нет.

В период валдайского климатического оптимума (ленинградский горизонт) территорию занимали таежные и хвойно-широколиственные леса, что свидетельствует об относительно теплом и влажном климате. Наличие глубоких долин, в которых сохранились ленинградские отложения, говорит о сильной расчлененности территории, а озерно-аллювиальный генезис этих отложений – о существовании достаточно крупных флювиальных систем.

В конце неоплейстоцена территория подверглась воздействию нескольких стадий осташковского оледенения, кроме того, северо-восточная часть территории в позднем плейстоцене – раннем голоцене испытала воздействие двух трансгрессий Белого моря (аллерёд и портландия), в результате чего были сформированы обширные морские террасы. Одновременно область Ветреного пояса испытывала умеренное неотектоническое поднятие.

В голоцене территория испытывает слабое общее неотектоническое поднятие, сопровождающееся достаточно интенсивными горизонтальными и вертикальными смещениями в зонах активизированных разломов, преимущественно на северо-восточном склоне Ветреного пояса.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Территория листа Р-37-IX расположена на границе Балтийского щита (юго-восточной его оконечности) и Русской плиты. С северо-запада на юго-восток территорию пересекает кряж Ветреный Пояс. Наименьшие абсолютные отметки приурочены урезам озер, максимальные – к отрогам хр. Ветреный Пояс: максимальная абс. отм. в пределах листа – 271 м (г. Сиверка к северу от оз. Шардозеро), минимальная – 25 м (урез оз. Щукозеро в северо-восточном углу площади). Относительные превышения достигают 120–150 м. Речной сток в северной части листа направлен на северо-восток (наиболее крупные реки – Кожа и Сывтуга), в южной части листа – на юг и юго-восток (реки Икса, Енза, Вононга).

Основная часть территории сложена весьма устойчивыми к денудационному воздействию горными породами, преимущественно магматическими и метаморфическими – базальтами, пироксенитами, габбро, слюдисто-кварцевыми и кварц-серицитовыми сланцами, кварцитопесчаниками. Породы средней и слабой устойчивости (глины, аргиллиты и песчаники усть-пинежской свиты) распространены лишь в северо-восточной ее части.

Современный рельеф территории сформирован в результате денудационного воздействия неоплейстоценовых оледенений на мезо-кайнозойскую региональную поверхность выравнивания, большое значение при этом принадлежало блоковым неотектоническим движениям и структурному фактору. Вспомогательную (моделирующую) роль играли денудационно-аккумулятивные флювиогляциальные и флювиальные процессы, а также ледниковая, озерная, ледниково-озерная и биогенная аккумуляции.

Из современных геолого-геоморфологических процессов наиболее значительную роль играет заболачивание, также достаточно высока активность флювиальной эрозии и аккумуляции, в незначительной степени проявлены озерные абразия и аккумуляция и физико-химическое выветривание. Заметные признаки воздействия других процессов не наблюдаются. Техногенное воздействие на геологическую среду и рельеф весьма незначительное.

Речная сеть территории листа развита достаточно хорошо. Многие реки наследуют в качестве своих долин разломы и зоны трещиноватости в магматических и метаморфических породах. Преобладает дендрический, участками прямоугольный рисунок речной сети. Наиболее крупными являются реки – Икса, Сывтуга, Енза, Тура, Вононга, Куруса, Кожа. Долины этих рек в основном имеют V-образный, реже – каньоно- и ящикообразный поперечный профиль; продольный профиль большинства рек слабо выработан. В руслах рек Сывтуга, Куруса, Кожа дочетвертичные породы нередко образуют пороги и перекаты.

РЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ ДОЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОГРЕБЕННЫЙ РЕЛЬЕФ

В рельефе коренных пород можно выделить три крупные области: пологонаклонную на северо-восток Прибеломорскую палеонизину в северо-восточной части территории, поднятие Ветреного Пояса, занимающего основную ее часть, и Иксинскую впадину в юго-восточной части. В пределах поднятия Ветреного Пояса наблюдается сеть узких линейных депрессий северо-северо-западного и северо-восточного простираний, к которым приурочены наиболее крупные современные озера [80].

В основу классификации рельефа положен морфогенетический принцип. В пределах рассматриваемой территории в современном рельефе выделяются: структурно-денудационная, экзарационно-аккумулятивная, эрозионно-аккумулятивная и аккумулятивная генетические категории рельефа.

Структурно-денудационный рельеф

Данный рельеф достаточно широко развит на исследованной территории, находится в тесной связи с рельефом кристаллических пород фундамента или вулканогенно-осадочными образованиями и обусловлен сложноскладчатыми образованиями архей-раннепротерозойского возраста и последующей избирательной денудацией. Период формирования последней региональной поверхности выравнивания Балтийского щита определяется как миоцен-нижнеплиоценовый [1], в силу чего возраст рельефа считается неоген-голоценовым.

Равнина холмисто-грядовая (1) достаточно широко распространена в восточной части площади, в междуречье Сывтуги и Иксы. Она представлена группой возвышенностей преимущественно северо-западной ориентировки высотой до 80 м, абс. отм. составляют от 170–180 до 246 м (максимальные для территории листа). Поверхность возвышенностей осложнена скалами-останцами и грядами коренных пород, которые имеют преимущественно северо-западную ориентировку, совпадающую с простираем геологических тел на этом участке; высота гряд достигает нескольких метров. На отдельных участках склоны возвышенности осложнены уступами-ступенями, что обусловлено трещиноватостью слагающих их базальтов. Отдельные мелкие формы структурно-денудационного рельефа, представленные единичными скалами-останцами и грядами высотой до нескольких метров, отмечаются по всей площади работ, особенно в районе оз. Кожозеро и в юго-западной части площади, они располагаются в широком диапазоне абсолютных отметок.

Эрозионно-аккумулятивный рельеф

Долина речная с поймой (2) широко распространена по всей площади работ во всем диапазоне ее абсолютных отметок. Данный тип рельефа сформирован глубинной и боковой эрозией, а также аккумуляцией постоянных и временных водотоков. Долины большинства современных рек узкие (30–200 м), имеют V-образный, а на северо-восточном склоне Ветреного Пояса – часто каньонообразный профиль. Продольный профиль большинства рек слабо выработан, высокая пойма выражена фрагментарно, все это свидетельствует о молодом возрасте гидросети. Характерной чертой речных долин в пределах северо-восточного склона Ветреного Пояса являются многочисленные пороги, в т. ч. водопадного типа высотой до 3 м. В нижней своей части речные долины приобретают ящикообразный поперечный профиль, их ширина увеличивается до 400 м, вдоль русел прослеживаются низкие и высокие поймы, фрагментарно – надпойменные террасы. В голоцене речная сеть территории испытала значительные перестройки, о чем свидетельствуют следы речных перехватов. Голоценовый возраст рельефа определяется возрастом конформных ему отложений.

Аккумулятивный рельеф

Равнина моренная пологоволнистая и бугристо-западинная (3) занимает значительные площади, однако на большей части территории она перекрыта моделирующими ее ледниково-озерными и болотными равнинами. Моренная равнина, развитая в центральной части площади, занимает абс. отм. 160–190 м, в районе оз. Кожозеро абс. отм. – до 180 м, а на северо-восточном склоне кряжа Ветреный Пояс абс. отм. составляют 120–180 м. Равнина сформирована в результате воздействия валдайского оледенения.

На отдельных участках, где мощность морены достигает нескольких десятков метров, отмечаются участки развития холмисто-моренного рельефа, которые имеют площадь до нескольких квадратных километров. Высота моренных холмов – от 5 до 25 м, размер в поперечнике – до 500 м.

На участках, где моренный покров имеет небольшую (первые метры) мощность, отмечаются такие формы микрорельефа как друмлины и бараньи лбы, представляющие собой овальные гряды высотой 2–5 м и длиной до 100 м, иногда образующие скопления площадью до 0,5 км².

Рассматриваемая территория испытывала воздействие нескольких оледенений, однако последнее последующее оледенение уничтожило отложения и рельеф предыдущего. Поскольку в пределах территории достоверно установлены отложения только одного, осташковского оледенения, возраст рельефа определен как верхнелепистоценовый.

Равнина флювиогляциальная пологоволнистая и долинные зандры (4) распространены повсеместно, но занимают в целом небольшую площадь. По-видимому, многие участки флювио-

гляциального рельефа были впоследствии перекрыты болотными равнинами. Участки флювиогляциальной равнины располагаются на относительно низких абс. отм. – 80–160 м. Рельеф сформирован отложениями потоков талых ледниковых вод. Основными площадными формами флювиогляциального рельефа территории являются зандровые равнины и долинные зандры. Зандровые поля представлены пологонаклонными равнинами с пологоволнистым (относительные превышения 0,5–2,0 м) микрорельефом. В северо-западной части территории на некоторых участках равнин распространен камовый (холмисто-западинный) микрорельеф с относительными превышениями до 20 м и диаметром бугров и западин до 100 м. Долинные зандры представляют собой вытянутые вдоль бортов долин высокие террасообразные ступени с параллельно-грядовым микрорельефом. Помимо площадных форм на территории листа Р-37-IX широко распространены линейные формы флювиогляциального рельефа – озовые гряды. Наиболее крупные отдельные озы, имеющие длину до 15 км, ширину до 800 м и высоту до 50 м, протягиваются вдоль современных долин рек Кожа и Сывтуга. В бассейнах этих рек отдельные озы, надстраивая друг друга, образуют протяженные (до 30–40 км) веерообразные системы, раскрывающиеся на север и северо-восток и прослеживающиеся за границами листа. В отдельных случаях озовые гряды отмечены в пределах ледниково-озерных равнин, это, по видимому, связано с последующим облеканием оза-острова осадками ледникового водоема. Возраст рельефа определяется возрастом конформных ему отложений осташковского горизонта (верхний неоплейстоцен).

Равнина ледниково-озерная пологоволнистая (5) слагает отдельные участки в центральной (абс. отм. – 180–200 м), западной (абс. отм. – 120–160 м) и южной (абс. отм. – 140–160 м) частях территории. Участки ледниково-озерной равнины имеют здесь небольшую площадь (до 20–30 км²), значительная часть ледниково-озерного рельефа была впоследствии перекрыта болотными равнинами. Кроме того, крупная (площадью около 600 км²) ледниково-озерная равнина расположена в северо-восточной части площади на абс. отм. от 30 до 80 м. Данный тип рельефа сформирован в результате аккумуляции в приледниковых и наледниковых водоемах. Значительные площади ледниково-озерного рельефа предполагаются под болотными равнинами в центральной части листа. Возможно, в начальную стадию деградации кенозерской стадии оледенения здесь возник крупный, но быстро деградировавший (исходя из малой мощности отложений) приледниковый водоем. Для ледниково-озерных равнин характерны субгоризонтальные и пологонаклонные поверхности с пологоволнистым микрорельефом (относительные превышения не более первых метров). На некоторых участках ледниково-озерных равнин распространен камовый (холмисто-западинный) микрорельеф, наиболее крупные камовые холмы достигают 50 м в высоту и 400 м в поперечнике, понижения между холмами заболочены. Возраст рельефа определяется возрастом конформных ему отложений осташковского горизонта (верхний неоплейстоцен).

Равнины болотные плоские и пологовыпуклые (6) занимают наибольшую площадь в пределах листа Р-37-IX, располагаясь во всем диапазоне его высотных отметок. Наибольший по площади болотный массив покрывает практически сплошным покровом центральную и юго-западную части территории. Данный тип рельефа сформирован в результате торфонакопления в современных болотах преимущественно верхового типа. Для болотных равнин характерен параллельно-грядовый или концентрический грядово-мочажинный, реже кочкарный микрорельеф с относительными превышениями до 1 м. Несмотря на широкое и повсеместное распространение, болотные равнины играют лишь нивелирующую роль в формировании современного рельефа. Голоценовый возраст рельефа определяется возрастом конформных ему отложений.

Помимо вышперечисленных типов рельефа в пределах рассматриваемой территории присутствует и рельеф иного генезиса, но площади его распространения слишком малы, в связи с чем он показан на геоморфологической схеме знаками отдельных форм рельефа.

Абразионно-аккумулятивный озерный рельеф представлен абразионными уступами, а также незначительными по площади террасами и пляжами на побережье современных озер, наиболее значительные участки расположены на восточном берегу оз. Кожозеро. На отдельных участках пляжей наблюдаются комплексы береговых валов высотой до 2 м. Площади распространения форм озерного рельефа соответствует площадям распространения голоценовых озерных осадков на карте четвертичных отложений, чем и определяется возраст рельефа.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА

Формирование в миоцене – нижнем плиоцене региональной поверхности выравнивания с мощными корами выветривания [1] следует считать первым этапом развития современного рельефа территории. В конце неогена началось интенсивное эрозионное расчленение территории, вызванное, по-видимому, значительным по амплитуде общим поднятием, в это время на сопредельной с юга территории была заложена палеодолина р. Кена.

С начала плейстоцена территория подвергалась воздействию многочисленных оледенений, однако, поскольку кряж Ветренный Пояс до настоящего времени представляет собой хорошо выраженную крупную возвышенность, в этот период происходило также и достаточно интенсивное неотектоническое поднятие территории, способное компенсировать гляциогенную денудацию.

В периоды межледниковий происходило эрозионное расчленение территории. Впоследствии ледниковая экзарация сглаживала мелкие эрозионные формы и расширяла наиболее крупные долины, превращая их в обширные денудационные понижения. В этих понижениях выявлены наиболее древние для данной площади отложения ленинградского горизонта (верхнее звено неоплейстоцена), имеющие озерный генезис.

В конце неоплейстоцена территория подверглась воздействию нескольких стадий ошашковского оледенения, в ходе которого ледниковые, флювиогляциальные и ледниково-озерные процессы окончательно сформировали черты современного рельефа. На протяжении всего голоцена на территории листа формировалась речная сеть, образовывались озера, происходило постепенное заболачивание территории. Эти процессы продолжаются и в настоящее время. При этом территория испытывает слабое общее неотектоническое поднятие, сопровождающееся достаточно интенсивными горизонтальными и вертикальными смещениями в зонах активизированных разломов, преимущественно на северо-восточном склоне Ветреного Пояса. Именно с этими подвижками связана перестройка гидросети, сопровождавшаяся отмиранием верхних низкопорядковых звеньев многих речных систем.

Новейшие и современные эндогенные процессы

Неотектоническое строение территории изучено весьма слабо. Несмотря на то, что площадь находится в потенциально активной зоне сочленения Русской плиты с поднятием кряжа Ветренный Пояс (активизированной неотектонической структурой Балтийского щита), согласно последним региональным построениям, амплитуда вертикальных неотектонических движений в пределах листа оценивается в 0–200 м [18]. Современные вертикальные движения территории, по разным источникам, оцениваются как нейтральные (около 0 мм/год) или как отрицательные – 5–6 мм/год [30]. Землетрясения на территории листа и на сопредельных территориях не фиксировались, а упоминания о палеосейсмодислокациях отсутствуют.

Несмотря на то, что интенсивность вертикальных движений территории считается слабой, особенности строения гидросети северо-восточного склона Ветреного Пояса и прямолинейность активизированных разломов, выявленные по результатам дешифрирования топографических карт и аэрокосмоснимков, свидетельствуют о новейшей активизации многих разломов этого участка [80].

Характер смещения водотоков позволяет установить новейшую кинематику разломов – правые сбросо-сдвиги северо-западного простирания, опущенными являются северо-восточные крылья. Амплитуда горизонтального смещения по активизированным разрывам, определяемая по смещениям современных русел рек – до 1,5 км, что предполагает весьма высокую скорость движений (до 10 см/год), однако столь высокие значения, характерные, скорее, для высокосейсмичных областей интенсивного горообразования, вызывают определенные сомнения. Данный вопрос может быть решен только на основании дальнейшего детального изучения морфологии речных долин в зонах активных разломов. Амплитуды вертикальных смещений по активизированным разломам (определяемые по перепаду уклона продольного профиля рек в зонах их влияния) составляют от нескольких метров до первых десятков.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Полезные ископаемые на территории листа Р-37-IX связаны с метаморфизованными вулканогенно-осадочными и плутоническими образованиями раннего протерозоя и осадочными породами венда, а также с осадками четвертичного возраста.

Расположение месторождений, проявлений и пунктов минерализации на площади работ, их приуроченность к соответствующим комплексам и сопутствующие им поисковые признаки показаны на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения (КЗПИ) и карте четвертичных образований (КЧО). Всего на КЗПИ показано два проявления и 25 пунктов минерализации, а на КЧО – два месторождения и два проявления.

Краткая характеристика месторождений, проявлений и пунктов минерализации дана в прил. 1 и 2. В тексте приведены описания наиболее типичных месторождений, проявлений и пунктов минерализации для каждого вида полезных ископаемых.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Торф. В пределах территории листа болота занимают значительную площадь. При этом в пределах его площади насчитывается всего два установленных проявления торфяного сырья: *Порса I* (I-1-9) и *Порса II* (I-2-3) с ресурсами по категории Р₁ – 15 340 тыс. т, при занимаемой площади в 48,15 км².

Средняя мощность торфяной залежи на этих проявлениях составляет 3,1 м при максимальной 5 м и мощности вскрыши от 0 до 1 м. Тип залежи на проявлении Порса I – переходного типа, на проявлении Порса II – верхового. Торф бурый, темно-бурый до черного, разной степени разложения. Состав торфа преимущественно сфагновый, осоково-сфагновый. Торфяники, как правило, сильно обводнены [31].

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Хром. На территории листа известен один пункт минерализации хромовых руд *Летний конец* (II-1-5). Хромовое оруденение связано с массивом основного состава перидотит-пироксенит-габбрового комплекса Ветреного пояса, где по результатам химического анализа пробы 15486, отобранной по вмещающим габбродолеритам, было установлено повышенное содержание хрома – до 0,2 % [63].

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Пункты минерализации цветных металлов установлены в виде различных сульфидов меди, никеля и в форме аномальных концентраций перечисленных элементов, а также свинца и цинка, полученных по результатам анализов штучных металлометрических проб. Сульфидная минерализация устанавливается преимущественно в массивах основных и ультраосновных пород

комплекса Ветреного пояса, в редких случаях сульфидная вкрапленность отмечается и во вмещающих эффузивных и вулканогенно-осадочных породах.

Свинец, цинк. На территории листа известен один пункт минерализации свинцово-цинкового оруденения пр. 18491 (II-1-6). Оруденение связано с массивом основного состава комплекса Ветреного пояса, где по результатам химического анализа пробы 18491, отобранной из рассланцованных габброидов, было установлено повышенное содержание свинца (0,5 %) и цинка (0,5 %) [63].

Никель. В пределах территории листа установлено 16 пунктов минерализации никеля, при этом 15 из них были выявлены при проведении работ по ГДП-200 [80]. Часть проб были отобраны из основных и ультраосновных массивов комплекса Ветреного пояса, локализованных преимущественно в северо-западной части листа. Также большая группа проб с высокими концентрациями никеля была приурочена к образованиям коматитит-базальтовой свиты Ветреного пояса. Содержания никеля в пробах варьирует от 310 до 590 г/т.

Пункт минерализации Курусское (II-2-1) приурочен к вскрытому бурением массиву основного состава. При бурении с глубины 105,6 м была отобрана проба с медной минерализацией, выраженной в виде прожилков и мелких гнезд борнита и халькопирита размером до 5 × 1 мм. Сульфиды никеля были встречены при изучении аншлифов в качестве пентландита и пирротина [63].

Помимо этого, в обн. 900 (IV-1-1) была отобрана проба из серпентинита, развитого по ультраосновному массиву плутонического комплекса Ветреного пояса, с аномально высокими содержаниями никеля – 1850 г/т [80].

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Золото. Всего в пределах площади листа установлено два рудопроявления золота, шесть пунктов минерализации, два площадных геохимических ореола, проявленных в коренных породах, и три ореола, выявленных в рыхлых отложениях. Выделенные объекты были отнесены к трем рудным формациям.

1. Золотоносных конгломератов (древние погребенные россыпи золота в базальном горизонте усть-пинежской свиты верхнего венда).

2. Золото-малосульфидной формации (жильные тела и минерализованные зоны в коренных породах свиты Ветреного пояса раннепротерозойского возраста).

3. Золото-сульфидно-кварцевой формации (минерализованные зоны, сопутствующие кварцевой минерализации в коренных породах свиты Ветреного пояса раннепротерозойского возраста).

Наиболее перспективными золоторудными объектами, развитыми в пределах листа, являются образования формации золотоносных конгломератов (древних вендских россыпей) [80]. Это обуславливается весьма значительным объемом размытых доверхневендских золотоносных образований и развитых по ним кор выветривания, а также формирование рудовмещающего базального горизонта, приуроченного к грубообломочным образованиям редкинского горизонта усть-пинежской свиты в условиях прибрежно-морских и дельтовых фаций.

Всего на сегодняшний день в пределах площади листа известно два проявления золота, приуроченных к основанию редкинского горизонта: Русловое (I-1-1) и Колозерское (I-1-2).

Рудопроявление Русловое (I-1-1) связано с базальными конгломератами редкинского горизонта западного борта Кожозерского грабена, структурно приуроченного к серии северо-восточных разломов, секущих крупный межблоковый Северный разлом. Депрессия выполнена толщей песчаников, гравелитопесчаников, гравелитов и конгломератов средней и низкой степени цементации, общей мощностью 20,4 м. Проявление было установлено при бурении скв. 161 в слаболитифицированных базальных гравелитах редкинского горизонта в инт. 94–102 м, по данным спектрозолотометрического анализа, содержание золота составляет 2,2 г/т [73].

Рудопроявление Колозерское (I-1-2). В пробуренной скв. МК-71а на глубине 39,0–48,0 м наблюдается конгломерат с преобладанием слегка угловатых обломков габбродиорита, реже встречаются плитчатые обломки. Иногда отмечается подобие ориентировки обломков по длинной оси под углом 40–50° и 50–80° – к оси зерна. Содержание обломочного материала варьирует от 20 до 60 % от общего объема. В инт. 48,0–49,4 м гравелит темно-красновато-

бурого цвета. Помимо обломков пород, встречающихся выше, отмечаются обломки кварца угловатой формы размером до 8×4 мм. Обломки пород составляют от 20 до 40–60% от общего объема. Рудопроявление приурочено к вендским конгломератам редкинского горизонта (V_{2np}). По результатам пробирно-спектрального анализа в пунктирно-бороздовой пробе МК-71а-1, отобранной в инт. 44,0–49,4 м из конгломерата, содержание золота составляет 4,355 г/т, серебра – 1,272 г/т [73].

К образованиям золото-сульфидно-кварцевой формации было отнесено проявление *Старцево* (I-2-1), которое локализовано в северной части листа, в среднем течении руч. Старцев и приурочено к нижнепротерозойским образованиям свиты Ветреного пояса.

Проявление было выявлено в ходе проходки скв. 184 при проведении ГК-50 [63]. Под покровом четвертичных отложений мощностью 22,3 м в скважине были вскрыты сланцы эпидот-хлорит-амфиболового состава с участками кварц-эпидот-кальцит-амфиболитовой породы. Аномальное содержание золота (4,352 г/т) было отмечено в пунктирно-бороздовой пробе, взятой из участка кварц-карбонатных жил с редкой сульфидной минерализацией (пирит, халькопирит, пирротин, галенит). В пробе также присутствует серебро в количестве 1,041 г/т. Разрез скв. 184 довольно однородный, и на всем протяжении породы интенсивно пронизаны кварц-карбонатными, кварцевыми жилами; по-видимому, вполне обоснованно можно предполагать присутствие золота также в других интервалах с обилием кварц-карбонатных и кварцевых жил [63].

К образованиям золото-малосульфидной формации были отнесены следующие пункты минерализации: Порса (I-1-4), Первое Устье (I-1-8), пр. 15803 (II-1-1), Летний конец (II-1-4), С-2 (IV-2-1). При этом каждый из перечисленных пунктов минерализации приурочен к массивам комплекса Ветреного пояса основного и ультраосновного составов [63].

Пункт минерализации Порса (I-1-4) приурочен к массиву перидотитового состава, локализованного в северо-западной части листа. Аномальные концентрации золота (0,2–0,3 г/т) выявлены в ходе проведения пробирно-спектрального анализа керна скв. 181 в инт. 59–75 м [63].

Пункт минерализации Пезозерское (I-1-5) расположен в северо-западной части листа. Скв. 156 [63] в интервале глубин 7,0–13,0 м вскрыты тальк-хлорит-карбонатные метасоматиты с содержанием золота 0,2–0,7 г/т.

Пункт минерализации Первое Устье (I-1-8) установлен в скв. 152 на глубине 25 м в серпентинизированном перидотите, содержание золота достигает 0,3 г/т, наиболее высокие значения содержания связаны с относительно массивными мелкозернистыми участками породы [63].

Пункт минерализации пр. 15803 (II-1-1) установлен в обн. 15803. Вмещающими породами являются габбро-амфиболиты и долеритовые порфириды. Пробирно-спектральный анализ последних дал содержания золота – 0,34 г/т [63].

Пункт минерализации Летний конец (II-1-4) выявлен при опробовании керна скв. 169, пробуренной на берегу оз. Кожозера в районе руч. Гремячий, вскрывшей массив перидотитового состава. По результатам пробирно-спектрального анализа были выявлены повышенные содержания золота (0,191 г/т) и серебра (0,228 г/т) [63].

Пункт минерализации С-2 (IV-2-1) выявлен в ходе опробования керна скв. 2, пробуренной в южной части листа и вскрывшей массив ультраосновного состава комплекса Ветреного пояса. По результатам атомно-абсорбционного анализа, сколковой литохимической пробы, содержание золота достигает 1,46 г/т на глубине 64,4 м [80].

Помимо этого, в пределах площади листа выявлено два площадных геохимических ореола в коренных породах с содержанием золота 0,03–0,049 г/т и три ореола, выявленных по результатам донного опробования, с содержанием золота более 0,1 г/т [50].

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Асбест. *Пункт минерализации обн. 18183* (II-1-3) выявлен в кожозерской свите в северо-западной части листа, в непосредственной близости от западного берега оз. Кожозеро. Наблюдаемый актинолит-тремолит светло-зеленого цвета, тонковолокнистый ломкий с длиной волокон до 20 мм. Волокна ориентированы к плоскости контакта со вмещающими карбонатсодержащими сланцами под углами 10–20°. В количественном соотношении тремолит преобладает

над актинолитом. Актинолит-тремолит находится в тесной ассоциации с хлоритом, но последний образует обособленные скопления субпараллельно ориентированных зерен пластичной формы. Данный пункт минерализации отнесен к хризотил-асбестовой рудной формации.

Зонки мощностью до 3–4 см, сложенные актинолит-тремолитом, занимают полости трещин с элементами залегания: азимут падения – 360°, угол – 70°. Иногда в ассоциации с актинолит-тремолитом отмечается тальк [63].

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Обломочные породы

Песок строительный и песчано-гравийный материал (ПГМ). На площади работ установлено два месторождения песка и песчано-гравийного материала: № 24 и № 37.

Месторождение малое песка строительного № 24 (II-4-4) приурочено к зоне распространения гляциофлювиальных отложений осташковского горизонта неоплейстоцена. Утвержденные запасы строительного песка по категории С₂ составляют 170,3 тыс. м³.

Месторождение малое № 37 (IV-1-3) связано с гляциофлювиальными образованиями, с повышенным содержанием в песчаном материале крупнообломочных включений. В рельефе месторождение проявлено в виде озовой гряды. Утвержденные запасы песчано-гравийного сырья по категории С₂ составляют 40,7 тыс. м³.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

В пределах листа Р-37-IX выделяются две минерагенические провинции: Русской плиты и Балтийского щита (Карело-Кольская). Карело-Кольская минерагеническая провинция включает в себя Карельскую минерагеническую субпровинцию.

Карельская минерагеническая субпровинция в пределах площади листа включает в себя Восточно-Карельскую хром-никель-золоторудную минерагеническую зону (1 Au, Ni, Cr/AR-PR₁).

Для территории минерагенической провинции Русской плиты в пределах площади исследования выделяется один минерагенический – Кожозерско-Ниमेंгский потенциальный золоторудный район (0.1 Au/PR₂), площадь развития которого связана с областью сноса отложений, приуроченных к палеокряжу Ветреный Пояс.

Минерагеническое районирование территории приведено в соответствии с минерагеническим блоком Легенды Карельской серии листов Госгеолкарты-200 [20], с учетом внесенных изменений и дополнений.

Минерагенические эпохи

Формирование полезных ископаемых происходило в течение двух минерагенических эпох: раннепротерозойской и позднепротерозойской (вендской), соответствующие периодам формирования одноименных структурных подразделений.

В *раннепротерозойской минерагенической эпохе* выделяют два крупных минерагенических этапа: раннекарельский и позднекарельский.

Раннекарельский минерагенический этап (2500–2100 млн лет) связывается с этапом зарождения и развития в пределах площади листа протовнутриконтинентальной депрессии. В минерагеническом аспекте данная эпоха бедна и представляется по состоянию изученности всего лишь одной рудной формацией – хризотил-асбестовой, выявленной в генетической и пространственной ассоциации с карбонатно-терригенными образованиями кожозерской свиты.

Позднекарельский минерагенический этап (2100–1650 млн лет) характеризует режим становления и развития протоконтинентального рифтогенеза. Рудные образования данного периода наиболее полно проявлены в пределах площади работ, с ней связано подавляющее большинство металлических полезных ископаемых.

Геодинамический комплекс протоконтинентального рифта объединяет образования трех геологических формаций: карбонатно-терригенно-углеродсодержащей (виленгская свита), коматиит-базальтовой (свита Ветреного пояса) и перидотит-пироксенит-габбровой (комплекс Ветреного пояса). Наиболее перспективными являются образования свиты и комплекса Ветреного пояса, к которым приурочены пункты минерализации хрома, меди, цинка, свинца и золота.

С *позднепротерозойской эпохой* развития (610–570 млн лет) связаны выявленные на территории работ рудопроявления золота в базальных конгломератах редкинского горизонта устьепинежской свиты венда. Этот период характеризуется плитным этапом развития территории с наступлением вендской морской трансгрессии с востока. Золотоносные конгломераты развиты в северной части площади листа в зоне Северного межблокового глубинного разлома, разделяющего Карельский и Беломорский блоки фундамента. Формирование палеороссыпей происходило в условия дельтовых и прибрежно-морских фаций за счет сноса материала дезинтегрированных частей доверхневендских золотоносных рудных тел (формация золотоносных конгломератов), а также кор выветривания по ним. Содержание золота в образованиях данной рудной формации колеблется от долей до 2–4 г/т. В это же время происходит формирование метасоматитов лиственит-березитовой формации, в которых содержание золота достигает 4 г/т.

Четвертичный период характеризуется проявлением месторождений различных общераспространенных полезных ископаемых.

В пределах Восточно-Карельской минерагенической зоны на территории листа Р-37-IX выделяется **Выгозерско-Кенозерский потенциальный никелево-золоторудный район** (1.1 Au, Ni/PR₁). В его контуре, согласно протоколу апробации ЦНИГРИ № 1 от 16.01.2012 г., расположен Сывтугский потенциальный золоторудный узел, выявленный в результате прогнозно-геохимического районирования [50]. Рудный узел включает в себя пять геохимических ореолов золота и шлиховые потоки (на полотне КЗПИ вынесены наиболее представительные единичные шлиховые аномалии). По результатам минералогического анализа в выявленных шлиховых пробах установлено от 1 до 3 знаков золота. Суммарная площадь рудного узла составляет 1080 км². Прогнозные ресурсы категории Р₃ составляют 60 т. В связи с недостаточным количеством признаков наличия золоторудной минерализации Сывтугский потенциальный золоторудный узел не показан на схеме минерагенического районирования и схеме прогноза полезных ископаемых.

В пределах минерагенической провинции Русской плиты на территории листа Р-37-IX выделяется **Кожозерско-Нименьгский потенциальный золоторудный район** (0.1 Au/PR₂), в структуре которого выделен *Кожозерский потенциальный золоторудный узел* (0.1.1 Au/PR₂), связанный с метасоматическими образованиями проявленных вдоль Северного глубинного разлома и оперяющих его тектонически ослабленных зонах.

Кожозерско-Нименьгский потенциальный золоторудный район расположен в пределах крупной тектонической структуры – синклиория Ветреного пояса и приурочен к зоне сочленения Карельского и Беломорского геоблоков, разделенных крупным межблоковым разломом глубинного заложения (Северный разлом). В пределах площади листа локализована лишь небольшая юго-восточная часть данного рудного района [73].

Кожозерско-Нименьгский потенциальный золоторудный район перспективен на проявления золота трех формационно-генетических типов.

1. Четвертичные россыпи золота в приповерхностной части разреза; рудные объекты данного типа рассмотрены в составе Кожозерско-Нименьгского потенциально золоторудного узла.

2. Древние погребенные россыпи золота в базальном горизонте венда (формации золотоносных конгломератов); объекты данного типа рассмотрены в составе Кожозерского потенциально золоторудного узла.

3. Жилы и жильные залежи золото-малосульфидной и золото-сульфидно-кварцевой формаций в коренных породах архей-раннепротерозойского возраста.

Высокий потенциал Кожозерско-Нименьгского потенциального золоторудного района связан с древними погребенными россыпями, залегающими в основании разреза венда и сложенными рудоносными конгломератами: рудопроявления Прибортовое, Хребтовое, Горелое, Речное, Медвежьи горы, Колозерское и Русловое.

Общая протяженность полосы развития рудоносных конгломератов составляет порядка 60 км при ширине от 0,5 до 3–4 км. Глубина залегания, полого погружающейся на северо-восток продуктивной толщи, колеблется от первых до 90–100 м, а мощность – от первых метров до 20–30 м, в отдельных случаях достигая 55 м. В пределах толщи вскрыты от одного до четырех субгоризонтальных линзообразных тел с золотом. Содержание металла в рудных телах мощностью от 0,2 до 6 м колеблется в пределах от 0,1 до 7,0 г/т.

Прогнозные ресурсы по категориям Р₁+Р₂+Р₃ Кожозерско-Нименьгского золоторудного района (в авторском варианте ЗАО «Онегазолота») при бортовом содержании золота 1,0 г/т составляют: 214 т, в т. ч. по категории Р₁ – 32 т, категории Р₂ – 23 т.

В свою очередь, Кожозерский потенциальный золоторудный узел (0.1.1 Au/PR₂) связан с метасоматическими образованиями и обладает всеми благоприятными факторами для проявления золотого оруденения.

В пределах выделенного рудного узла расположено рудопроявление Старцево (I-2-1) и четыре пункта минерализации, подробно описанные в гл. «Полезные ископаемые».

На основании данных по опробованию скважин был осуществлен авторский подсчет ресурсов золота для Кожозерского потенциального золоторудного узла (площадью 118,5 км²) по категории Р₃, учитывающий особенности золотоносности и морфологии метасоматических образований, приуроченных к Северному глубинному надвику и оперяющим его тектоническим нарушениям. Для расчета использовались средние значения параметров рудных тел на глубине до 150 м.

Расчет ресурсов категории P_3 был проведен по аналогии с серией мелких и средних золото-сульфидных месторождений (Куотка, Пахтаваара, Саттокара и др.), расположенных в пределах Китильской осадочно-вулканогенной структуры на территории Финляндии, сходной по возрасту, характеру разреза и типу метасоматоза к структуре Ветреного пояса.

Ресурсы коренного золота по категории P_3 для Кожозерского ПРУ рассчитывались по формуле:

$$P_3 = P_{\text{показатель удельной продуктивности}} \times S_{\text{Кожозерского рудного узла}} \times K_{\text{достоверности}} \times K_{\text{подобия}} = \\ = 0,5 \times 118,5 \times 0,5 \times 0,6 = 17,8 \text{ т,}$$

где: P – среднестатистический показатель площадной удельной продуктивности рудного золота ЦНИГРИ Руководства 2002–2012 гг.; S – площадь прогнозной площади; $K_{\text{достоверности}} = 0,5$ – коэффициент достоверности; $K_{\text{подобия}} = 0,6$ – коэффициент подобия.

На территории Кожозерского потенциального узла расположен ООПТ – Кожозерский заказник, который занимает площадь 10,0 км². Площадь рудного узла за вычетом площади заказника составляет 108,5 км².

Ресурсы коренного золота по категории P_3 для Кожозерского ПРУ с учетом площади заказника составляют:

$$P_3 = P_{\text{показатель удельной продуктивности}} \times S_{\text{Кожозерского рудного узла}} \times K_{\text{достоверности}} \times K_{\text{подобия}} = \\ = 0,5 \times 108,5 \times 0,5 \times 0,6 = 16,3 \text{ т,}$$

где: P – среднестатистический показатель площадной удельной продуктивности рудного золота ЦНИГРИ Руководства 2002–2012 гг.; S – площадь прогнозной площади; $K_{\text{достоверности}} = 0,5$ – коэффициент достоверности; $K_{\text{подобия}} = 0,6$ – коэффициент подобия.

Суммарное количество прогнозных ресурсов золота по категории P_3 для Кожозерского ПРУ в пределах листа Р-37-IX составляет 17,8 т.

На площади Кожозерского потенциального рудного узла рекомендуется провести поисково-оценочные работы на золото масштаба 1 : 50 000 первой очереди.

Значительные перспективы Кожозерско-Нименьгского потенциального золоторудного района также связываются с вендскими конгломератами редкинского горизонта (V_2ur). В них локализовано два рудопроявления – Русловое и Колозерское, расположенные в северо-западной части листа, с содержанием золота от первых до 4,355 г/т.

Также определенный интерес представляют современные рудно-россыпные образования, выявленные в пределах Кожозерско-Нименьгского золоторудного района. Так две небольшие россыпи в четвертичных отложениях были изучены шурфами в ходе работ, проведенных ЗАО «Онегазолото», в районе выделенного ими участка Прибортового, расположенного северо-западнее площади листа. Сложены данные изученные современные россыпи валунно-галечными отложениями и залегают на глубинах до 3 м. Среднее содержание золота в россыпях – 0,3 и 0,1 г/м³. Золото преимущественно среднее и крупное (имеются золотины массой до 40–90 мг), слабоокатанное, зерна объемные, пластинки неправильной формы. Однако в границах северо-западной части площади листа систематического развития образования современных россыпей не получили.

В целом современные россыпи характеризуются довольно сложным строением и неравномерным распределением золота. Тем не менее при дальнейшем изучении площади они могут представлять определенный промышленный интерес.

Резюмируя все вышесказанное, допустимо отметить общую положительную перспективность площади листа на золотое оруденение. Наиболее высоким потенциалом, по мнению авторов, обладает Кожозерско-Нименьгский золоторудный район, что обусловлено установленными в его пределах рудопроявлениями различных формационных типов.

Также стоит отметить низкую перспективность территории листа на алмазы, являющиеся одним из наиболее важных типов полезных ископаемых для Архангельской области. Данные представления связаны с низкой проявленностью признаков алмазности (отсутствие находок алмазов и систематических находжений их минералов-спутников). При этом, вероятно, можно говорить о проявлениях алмазоносного магматизма, основанных на общих минерагенических представлениях о положении территории листа, что, по мнению авторов, не несет за собой какой-либо необходимости количественной оценки алмазности в пределах площади в связи с ее заведомо низкой точностью.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Территория листа располагается преимущественно в пределах Балтийского сложного гидрогеологического массива (СГМ) – гидрогеологической структуры I порядка, где развиты архейские и протерозойские кристаллические и метаморфизованные породы, перекрытые покровом четвертичных отложений. Территория характеризуется довольно сложными и неоднородными по площади гидрогеологическими условиями, для которых характерно развитие трещинных и трещинно-жильных вод. На северо-востоке заходит небольшим участком Северо-Двинский артезианский бассейн. Северо-Двинский артезианский бассейн – структура II порядка, характеризующаяся пластовым характером фильтрации подземных вод, входит в Восточно-Европейский сложный артезианский бассейн, являющийся структурой I порядка [7].

В четвертичных отложениях, покрывающих почти сплошным чехлом всю площадь листа, распространены преимущественно грунтовые порово-пластовые воды, при увеличении мощности образований развиты напорные межморенные водоносные подразделения. Подземные воды принадлежат зоне свободного водообмена и формируются в основном под влиянием климатических факторов и дренирующего воздействия речной сети.

К настоящему времени на рассматриваемой территории гидрогеологические исследования проводились крайне мало. При проведении геологосъемочных работ [45; 79] специальных гидрогеологических наблюдений не проводилось, и сведения об обводненности как четвертичных, так и дочетвертичных образований были получены при проведении горных работ.

В 1970–1975 гг. проведена геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 в районе оз. Кожозеро, при которой проводились гидрогеологические исследования в маршрутах и в ряде скважин – определялись расходы и химический состав подземных вод [63].

В 1975–1980 гг. при проведении работ по глубокому геологическому картированию масштаба 1 : 200 000 был получен гидрогеологический материал по ряду скважин [55]. Последующие многочисленные геологические исследования рассматривали в основном геологическое строение территории с целью поисков твердых полезных ископаемых.

Территория мало заселена, отдельные поселки водоснабжаются в основном за счет поверхностных вод, поэтому сведений об эксплуатационных на воду скважин нет, и нет утвержденных месторождений подземных вод. В единственном пос. Ундозеро проведены поисково-оценочные работы на пресные подземные воды для централизованного водоснабжения [83].

Характеристику гидрогеологических условий мы даем преимущественно по данным региональных работ и базируемся на сводных работах, перечисленных ниже.

В 1969 г. вышел 44-й том (Архангельская и Вологодская области) монографии «Гидрогеология СССР», которая представляет собой одно из самых полных обобщений накопленного фактического материала. В 1971 г. вышел 27-й том (Мурманская область и Карельская АССР), в котором рассматривается гидрогеологическая характеристика трещиноватых пород, в т. ч. синклиория Ветренный пояс. В этих монографиях дана характеристика подземных вод всего гидрогеологического разреза, рассмотрены общие гидрогеологические закономерности.

В 1999 г. вышел из печати комплект карт и объяснительная записка Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (новая серия) листа Р-(35)–37 – Петрозаводск (Богданов, 2000), в составе которого выполнена Карта подземных вод масштаба 1 : 1 000 000 (автор С. В. Егоров), дающая представления о водоносности рассматриваемого района.

В 2011 г. НППФ ГИДЭК завершена работа «Оценка ресурсного потенциала подземных вод для питьевого водоснабжения населения и обеспечения водой объектов промышленности на территории Российской Федерации» [3]. В результате подготовлена цифровая карта ресурсно-

го потенциала подземных вод масштаба 1 : 2 500 000, оцененные прогнозные ресурсы распределены по гидрогеологическим структурам I и II порядка и территориям субъектов РФ.

В 2015 г. создана современная Гидрогеологическая карта Северо-Двинского артезианского бассейна масштаба 1 : 1 000 000, в которой на современном уровне проведена стратификация гидрогеологического разреза, выявлены закономерности формирования подземных вод, составлен комплект карт гидрогеологического содержания, определены прогнозные ресурсы питьевых подземных вод.

При рассмотрении гидрогеологической характеристики территории листа выполнено выделение гидрогеологических стратонов, которое основано на геологической стратификации разреза на площади листа и методических рекомендаций 1998 г.

Подземные воды четвертичных образований

В четвертичной толще, залегающей практически сплошным покровом на архейских и протерозойских породах и включающей отложения неоплейстоцена и голоцена, выделяются водоносные горизонты биогенных, аллювиальных, озерных и ледниково-озерных, флювиогляциальных и ледниковых отложений. Мощность четвертичных образований изменяется от 3–10 до 40–70 м в древних впадинах дочетвертичного рельефа. Стратификация гидрогеологического разреза четвертичных образований представлена в табл. 1.

Гидрогеологические подразделения, залегающие первыми от поверхности, содержат безнапорные воды. Питание подземных вод осуществляется в большинстве за счет атмосферных осадков, разгрузка – в ближайшие водотоки и котловины озер.

Голоценовый палюстринный (биогенный) водоносный горизонт (рН) широко распространен в пределах всего листа и приурочен к болотным массивам. Водовмещающие породы представлены торфами слабой и средней степеней разложения. Мощность торфа составляет в среднем 1–3 м, иногда достигает 5 м. Коэффициент фильтрации хорошо разложившихся торфов – 0,2–0,5 м/сут, слабо разложившихся – 1–3 м/сут.

Торфяники в весенние и осенние периоды местами бывают полностью насыщены водой, летом иногда пересыхают. В межень уровень подземных вод залегает на глубинах 0,5–1,0 м.

Минерализация болотных вод – 30–70 мг/дм³. По составу воды гидрокарбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниевого, очень мягкие, содержат много органических веществ (до 5 мг/дм³), железа (до 3,0–5,0, иногда до 7 мг/дм³), что делает их малоприспособленными для питьевого водоснабжения и хозяйственных нужд [5].

В многоводные периоды биогенный водоносный горизонт питается за счет вод смежных гидрогеологических подразделений, а в маловодное время года сам питает поверхностные водотоки и водоемы, являясь регулятором поверхностного стока.

Голоценовый аллювиальный водоносный горизонт (аН) приурочен к образованиям, слагающим русловой, пойменный и, фрагментарно, надпойменный аллювий рек Кожа, Рассоха, Икса, Сывтуга и др. Русловой аллювий представлен валунно-галечным материалом, песками мелко- и среднезернистыми, пойменный – супесями и песками, надпойменные террасы представлены перемежающимися в разрезе и по простиранию тонко-, мелко- и среднезернистыми песками с включениями гальки и гравия, супесями и суглинками, иногда с прослоями и линзами торфа. Мощность отложений – 2,0–8,5 м.

Горизонт залегает первым от поверхности и является горизонтом грунтовых вод. Глубина залегания вод в среднем 0,3–1,5 м от поверхности земли. Коэффициент фильтрации пород колеблется от 0,8 до 7,5 м/сут.

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,08–0,4 г/дм³ и общей жесткостью 0,32–1,82 мг-экв/дм³. [5].

Осташковско-голоценовый водоносный горизонт (lglllos-lH) приурочен к голоценовым озерным образованиям и осташковским ледниково-озерным породам, образующим единый водоносный горизонт. Развита он с поверхности и приурочен к низинам, тяготеющим к озерам Кожозеро, Шардозеро, Курусское и др. Представлен отложениями, в составе которых преобладают пески мелкозернистые и тонкозернистые, реже супеси, мощностью до 7 м.

Воды безнапорные, глубина залегания уровней изменяется в пределах от 0,5 м на заболоченных низинах до 1,5–3,0 м на равнинах. Водообильность горизонта низкая.

Воды по составу гидрокарбонатные кальциевые и натриевые. Минерализация – до 0,56 г/дм³. Эксплуатируются редко и главным образом при помощи колодцев (д. Скарлахта).

Гидрогеологическая стратификация четвертичных образований листа Р-37-IX

Стратиграфические подразделения			Горизонт	Индекс	Мощность, м	Литологический состав	Гидрогеологические подразделения			
Надраздел	Раздел	Звено					Номер на схеме	Название и индекс	Химический состав подземных вод	Минерализация, г/дм ³
Голоцен				pH	1,0–3,0 до 5,0	Торф	1	Голоценовый палюстринный (биогенный) водоносный горизонт (pH)	Гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый	0,03–0,07
				aH	2–8,5	Пески с-м/з, гравийно-галечные образования	2	Голоценовый аллювиальный водоносный горизонт (aH)	Гидрокарбонатный кальциевый	0,08–0,4
				lH	6–7	Пески т/з, супеси, с прослоями глин	3	Осташковско-голоценовый водоносный горизонт (lglllos-lH)	Гидрокарбонатный кальциевый, натриевый	до 0,56
				l,lglll-H?	до 4,0	Глины	4	Верхнеплейстоцен-голоценовый озерный, ледниково-озерный относительно водоупорный горизонт (l,lglll-H?)		
Плейстоцен	Неоплейстоцен	Верхнее	Осташковский	lglllos	до 7,0	Пески т/з и м/з	3	Осташковско-голоценовый водоносный горизонт (lglllos-lH)	Гидрокарбонатный кальциевый, натриевый	до 0,56
					до 20,0	Пески р/з с гравием (слагающие камы)	5	Осташковский водноледниковый водоносный горизонт (lg,filllos)	Гидрокарбонатный хлоридно-гидрокарбонатный смешанный по катионам	0,3–0,5
				filllos	2,0–19,0	Пески р/з, гравийно-галечные отложения				
				glllos	5–6 до 40,0	Суглинки и глины валунные	6	Осташковский моренный относительно водоупорный горизонт (glllos)	Гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, смешанный по катионам	0,2–0,8
				l,allln	до 22	Пески, глины, суглинки		Ленинградский подморенный водоносный горизонт (l,allln)	Гидрокарбонатный смешанный по катионам	0,2–1,0

Верхнеолейстоцен-голоценовый озерный, ледниково-озерный относительно водоупорный горизонт (l,lglll-H?) приурочен к нерасчлененным озерным и ледниково-озерным отложениям, выделенным, предположительно, в северо-восточной части площади. Отложения представлены глинами серыми и коричневыми, мощностью до 4 м [68].

Осташковский водноледниковый водоносный горизонт (lg,fllos) развит довольно широко на площади листа и приурочен к зандровым равнинам, долинным зандрам, озовым грядам и камам, спорадически развитым по всей территории. Литологический состав представлен чаще всего разнородными песками с включениями или тонкими прослоями гальки, гравия и валунов и песчано-гравийно-галечными образованиями. Мощность изменяется от 1 до 19 м.

Подземные воды чаще имеют безнапорный характер. Напор подземные воды приобретают на участках, где данный водоносный горизонт перекрывают залегающие выше водоупорные образования – ледниково-морской водоупорный горизонт. Глубина залегания уровней воды варьирует от 0,4–6,0 м в пределах зандровых полей до 10–20 м на вершинах озовых гряд и камов, подножья которых нередко заболочены.

Водообильность горизонта изменяется в широких пределах и зависит от литологического состава водовмещающих пород. Удельный дебит скважины в долине р. Икса составил 0,012 л/с. Дебит родников – от 0,25 л/с в долине оз. Ундозеро и до 4,0 л/с на берегу оз. Кожозеро [63]. Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков и подтока подземных вод снизу. Разгрузка происходит в виде источников у подножия склонов.

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные смешанные по катионам. Минерализация их изменяется в пределах 0,03–0,2 г/дм³. Отмечается превышение содержания железа в подземных водах родников. На участках, где в питании подземных вод участвуют воды нижележащих водоносных подразделений (водоносных зон трещиноватости, приуроченных к тектоническим нарушениям), минерализация увеличивается до 0,3–0,5 г/дм³ [63].

Подземные воды горизонта используются местным населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения, преимущественно колодцами и каптированными родниками.

Осташковский моренный относительно водоупорный горизонт (glllos) распространен на территории практически повсеместно и залегает как непосредственно первым от поверхности, так и перекрывается вышележащими водоносными подразделениями. Представлен суглинками и глинами валунными, с содержанием обломочного материала до 20–30 % и маломощными прослоями и линзами песка, что обуславливает относительную водоупорность моренных образований. Отложения верхнего горизонта морены обычно имеют более песчаный состав. Мощность морены изменяется в значительных пределах, максимальная достигает 40 м.

Подземные воды в морене приурочены к прослоям и линзам песка, мощность которых может составлять 5–7 м. Воды чаще напорные. Величина напора в пределах 1,4–15 м. Уровень подземных вод устанавливается на глубине 0,1–5,7 м, в понижениях рельефа, долинах рек и котловинах крупных озер нередко превышает поверхность земли и устанавливается на +1,4–7,3 м (берег оз. Кенозеро). Водообильность песчаных линз и гравийно-галечных прослоев характеризуется дебитом, полученным при проходке шурфов, который изменяется от 0,7 до 1,95 л/с [79]. Удельный дебит скважины – 0,08 л/с (д. Скарлахта).

Воды пресные с минерализацией 0,2–0,84 г/дм³. Химический состав вод преимущественно гидрокарбонатный магниевый-кальциевый или смешанный по катионам. Отмечается превышение содержания железа – до 0,48–1,2 мг/дм³.

Воды используются для мелкого хозяйственно-бытового водоснабжения.

Ленинградский подморенный водоносный горизонт (l,allln) включает озерные и аллювиальные отложения ленинградского горизонта и залегает под моренными образованиями осташковского ледникового. Развит горизонт в понижениях дочетвертичного рельефа, приуроченных к долинам рек (Икса, Порса и др.) и котловинам озер (Ундозеро, Шардозеро, Щукозеро и др.).

Ленинградские образования представлены песками мелкозернистыми, глинами с прослоями песка, мощностью от 8 до 22 м.

Горизонт залегает на кристаллических породах без разделяющего водоупора – воды гидравлически взаимосвязаны (нередко гидрогеологическое опробование проведено совместно – подморенного водоносного горизонта и залегающей ниже водоносной зоны трещиноватости).

Подземные воды напорные. Напор достигает 7–34,6 м. Уровни устанавливаются на глубинах 0,5–7,0 м. В понижениях рельефа уровень подземных вод залегает близко к поверхности или выше ее на 0,3 м. Водообильность горизонта зависит от гранулометрического состава водовмещающих пород. Удельный дебит скважин изменяется в пределах 0,04–0,2 л/с.

Питание горизонта осуществляется атмосферными осадками при неглубоком его залегании. Разгрузка происходит по долинам рек и озер, в понижениях рельефа.

Подземные воды ленинградского подморенного водоносного горизонта преимущественно пресные гидрокарбонатные смешанные по катионам, с преобладанием ионов натрия. Минерализация изменяется в пределах от 0,2 до 1,0 г/дм³. Содержание железа нередко превышает допустимые нормы (СанПиН 2.1.4.1074-01/ГН 2.1.5.1315-03) и составляет 0,54–3,27 мг/дм³ [83].

За счет данного водоносного горизонта можно водоснабжать небольшие населенные пункты, однако при разведке подземных вод в пос. Ундозеро основной для водоснабжения была выбрана водоносная зона, приуроченная к трещиноватым сланцам и метабаазальтам ундозерской свиты [83].

Подземные воды дочетвертичных образований

На большей площади листа Р-37-IX развит Балтийский СГМ. Подземные воды дочетвертичных образований в пределах данной гидрогеологической структуры приурочены к зонам трещиноватости пород различного возраста и состава, коре выветривания или к зонам разломов, где развиты трещинные, трещинно-жильные и пластово-трещинные воды. На севере и северо-востоке, в пределах Северо-Двинского артезианского бассейна, к дочетвертичным образованиям осадочного чехла приурочены воды порово-трещинно-пластового типа. Гидрогеологическая стратификация представлена в табл. 2.

Верхневендский водоносный комплекс (V₂) развит в пределах Северо-Двинского артезианского бассейна и включает отложения усть-пинезской свиты верхнего венда (*V_{2up}*). В целом комплексе представлен аргиллитами с подчиненными прослоями алевролитов и песчаников. В подошве выделяется прослой конгломератов, гравелитов. Мощность образований изменяется от первых метров на участках выклинивания до 100 м на востоке.

Водообильность комплекса связана с прослоями водовмещающих песчаников и с конгломератами, залегающими в подошве вендских образований. На рассматриваемой территории комплекс гидрогеологически не изучен, поэтому характеристика дается по близлежащим с востока территориям.

Воды верхневендского водоносного комплекса почти повсеместно напорные. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах 10–30 м. Величина напора определяется глубиной залегания вскрытого водоносного интервала и изменяется от 24 м и более. Нередко наблюдаются самоизливы с превышением уровня воды над поверхностью земли в 4–10 до +38 м (скв. Усть-Пинега).

Водообильность комплекса неравномерная. Дебиты источников изменяются в пределах от сотых долей до 10 л/с. Удельный дебит скважин в среднем варьирует в пределах 0,01–0,5 л/с.

На площади листа подземные воды при неглубоком залегании верхневендского водоносного комплекса, видимо, чаще пресные гидрокарбонатные. С погружением водоносных образований на восток – хлоридно-гидрокарбонатные и хлоридные.

В пределах долины р. Онега и восточного побережья Белого моря развиты хлоридные натриевые воды с минерализацией 5–10 г/дм³ и более. Здесь происходит разгрузка глубоких вод венда: отмечены восходящие родники с минерализацией до 14,6–22,6 г/дм³ и содержанием брома до 40 мг/дм³.

Сумийско-людиковийская водоносная зона трещиноватости (KR_{1sm}-KR_{2ld}) занимает большую часть рассматриваемого листа и включает образования свиты Ветреного пояса (KR_{2vp}), виленгской свиты (KR_{2vl}) людиковия верхнего карелия, кожозерской свиты (KR_{1kz}) ятулия и киричской свиты (KR_{1kr}) сумия нижнего карелия. Представлена водоносная зона метаморфогенными, осадочно-вулканогенными и вулканогенными комплексами верхнего карелия и раннекарельскими интрузиями. Преимущественно это метаморфизованные песчаники, кварцито-песчаники, базальты, сланцы, песчаники с прослоями известняков и доломитов, и алевролиты, прорванные интрузиями пироксенитов, габброноритов, габбро; базальты, туфы. Породы разбиты сетью трещин разных направлений, прослеживающихся до глубины 80 м, а в зонах тектонических разломов до 100 м и более. На преобладающей площади своего развития водоносная зона залегает под четвертичными отложениями мощностью 4–60 м, реже больше.

Воды напорно-безнапорные. Напор подземные воды приобретают при значительной мощности перекрывающих их глинистых четвертичных образований, при этом напор составляет 12–20 м. Глубина залегания подземных вод изменяется в пределах от 5–26 м на водоразделах до 0,5–1,0 м на склонах и в понижениях рельефа.

Гидрогеологическая стратификация дочетвертичных образований листа Р-37-IX

Акротема	Стратиграфические подразделения					Мощность, м	Литологический состав	Гидрогеологические подразделения		
	Эонотема	Эратема	Надгоризонт	Свиты	Индекс			Название и индекс	Химический состав подземных вод	Минерализация, г/дм ³
Прогерозойская	Верхний (поздний) протерозойская		Вендская система Верхний венд	Усть-пинежская	V_2ur	до 100	Глины аргилитоподобные, аргиллиты, песчаники, в подошве конгломераты, гравелиты	Верхневендский водоносный комплекс (V_2)	Гидрокарбонатный Хлоридный натриевый	0,3–0,5 14,6–22,6
	Нижнепротерозойская (Карельская)	Верхнекарельский	Комплекс Ветреного пояса		$v\sigma KR_2^1vp$		Перидотиты, габбро, пироксениты	Сумийско-людиковийская водоносная зона трещиноватости (KR_1sm-KR_2d)	Гидрокарбонатный кальциево-натриевый, смешанный по катионам Гидрокарбонатный смешанный по катионам	0,1–0,5 до 1,0
			Людиковый	Ветреного пояса	KR_2^1vp	2300	Базальты, туффиты, туфы			
			Виленгская	KR_2^1vl	1400	Метапесчаники, алевролиты, аргиллиты				
		Нижнекарельский	Ятулийский	Кожозерская	KR_1^3kz	1000	Сланцы, песчаники с прослоями известняков и доломитов, кварцитопесчаники, туффиты			
		Сумийско-сариольский	Киричская	KR_1^2kr	3650	Терригенная толща: сланцы, песчаники, алевролиты Вулканогенно-осадочная толща: базальты, андезито-базальты, туфопесчаники				
Архейская	Саамско-среднелопийская		Беломорский комплекс	$gSM-LP_2bl$		Базальты, туфы, гнейсы, гранито-гнейсы, гранодиориты, амфиболиты	Архейская водоносная зона трещиноватости (AR)	Гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатный смешанный по катионам	0,08–0,7	

Водообильность зоны трещиноватости невысокая. Отдельные источники, выявленные в зоне распространения образований виленгской свиты, составляют 0,05–0,4 л/с [7]. Удельные дебиты скважин изменяются в пределах 0,004–0,41 л/с, причем минимальные характерны для вулканогенных образований. Дебиты скважин в пределах развития вулканогенного комплекса не превышают 0,1 л/с, в интрузивных образованиях – 0,01–0,03 л/с [63]. Наиболее водообильные зоны приурочены к зонам тектонических разломов. Питание подземных вод осуществляется на возвышенности Ветреный Пояс, а разгрузка – в долины рек и крупные озерные котловины.

По химическому составу подземные воды сумийско-людиковийской зоны трещиноватости преимущественно гидрокарбонатные кальциево-натриевые, либо переменного катионного состава, с минерализацией до 0,1–0,5 г/дм³. Отмечается превышение содержания железа до 3,0–5,1 мг/дм³. В районе северной части оз. Ундозеро в долине руч. Бобров подземные воды гидрокарбонатного состава достигают минерализации 1,0 г/дм³ [83], что может быть обусловлено влиянием зоны тектонического разлома.

Подземные воды зоны трещиноватости используются для водоснабжения редко, однако при проведении поисково-разведочных работ на пресные подземные воды для централизованного водоснабжения пос. Ундозеро [83] была проведена оценка запасов на данную водоносную зону. Объем подсчитанных запасов подземных вод составил 583,63 м³/сут, что практически обеспечивает заявленную водопотребность поселка. По результатам кустовой откачки водопроницаемость трещиноватых пород составила 27,3 м²/сут.

Архейская водоносная зона трещиноватости (AR) распространена на дочетвертичной поверхности в северной части рассматриваемой территории. Водоносная зона включает трещинные и трещинно-жильные воды, приуроченные к архейским образованиям (базальты, туфы, граниты, гранитогнейсы, гнейсодиориты и др.). Породы характеризуются развитием систем трещин северо-восточного простирания. Преобладают трещины выветривания. Мощность коры выветривания в среднем составляет 10–20 м. Трещины тектонического происхождения редки, развиваются они до глубины 100 м и более. В целом водообильность зоны слабая. Наиболее обводненными являются трещины, заложенные в зонах тектонических нарушений.

Глубина залегания водоносной зоны зависит от мощности четвертичных образований, перекрывающих ее, и составляет до 10,0–20,0 м. Воды напорно-безнапорные. Величина напора может достигать 8–20 м. Уровень подземных вод устанавливается на глубине от 0,5–4,0 до 30 м на возвышенных участках. Водообильность слабая, удельный дебит скважин изменяется в пределах 0,03–0,1 л/с. Дебиты редких родников изменяются от сотых долей до 0,3 л/с [7].

Воды пресные гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные со смешанным катионным составом с минерализацией 0,08–0,2, реже – до 0,5–0,7 г/дм³.

Общие закономерности

Как видно из приведенного выше описания, все породы, развитые на площади, обводнены. Основной областью питания подземных вод является кряж Ветреный Пояс, а областью разгрузки – котловины крупных озер, долина р. Онега. Региональной областью разгрузки является Онежская губа Белого моря. Следует выделить воды Балтийского СГМ (четвертичные водоносные подразделения и воды кристаллических и метаморфических пород, приуроченные к водоносным зонам трещиноватости архейских и протерозойских образований) и воды Северо-Двинского артезианского бассейна, представленные четвертичными водоносными подразделениями и верхневендским водоносным комплексом – подразделением дочетвертичного осадочного чехла.

В пределах Балтийского СГМ водоносность зон трещиноватости непостоянна и зависит от степени трещиноватости. На большей части площади их распространения водоносные зоны слабодообильны. Водообильные участки приурочены к линиям тектонических разломов и к приконтактовым зонам многочисленных интрузий [5].

Водоносные горизонты четвертичных образований и водоносные зоны трещиноватости гидравлически связаны. По типу циркуляции подземные воды четвертичных образований относятся к порово-пластовым, кристаллических пород – пластово-трещинным, трещинным и трещинно-жильным. По гидродинамическим особенностям воды четвертичных образований преимущественно безнапорные или с напорами, формирующимися на участках, перекрытых

суглинистыми отложениями. Воды зоны трещиноватости чаще напорные, однако при близком залегании к поверхности – безнапорные.

Воды находятся в зоне свободного водообмена. По химическому составу подземные воды гидрогеологического массива преимущественно гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые или смешанные по катионам. Отмечено превышение железа в подземных водах как четвертичных образований, так и дочетвертичных.

Северо-Двинский артезианский бассейн характеризуется пластовым характером фильтрации подземных вод. На данной территории бассейн представлен своей окраиной, и закономерности, характерные для него, здесь не выражены.

В зоне пресных вод качество их, за исключением болотных вод, пригодно для питьевых целей, часто с необходимостью предварительной водоподготовки. В пределах территории существующее водоснабжение населенных пунктов осуществляется в основном поверхностными водами из многочисленных озер и водотоков. Подземные воды используются редко с помощью колодцев и каптированных родников, оборудованных как на четвертичный водоносный комплекс, так и на водоносную зону трещиноватости. Запасы подземных вод в пределах листа разведаны для пос. Ундозеро, но не оценены ТКЗ/ГКЗ.

Водообильность зоны трещиноватости территории в целом невысокая. Большая часть территории относится к слабообводненной. Модуль ресурсного потенциала подземных вод для водоносных зон трещиноватости в целом оценен в пределах 0,1–0,5 л/с на 1 км² [3].

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Территория листа Р-37-IX относится к бореальной, континентальной ландшафтной зоне с умеренно-холодным гумидным климатом, к подзоне северной тайги, что и определяет современный облик ее природы. Поверхность ее представляет собой волнистую или плоскую равнину с отдельными участками холмистого рельефа. Абс. отм. изменяются от 25 до 271 м. Наименьшие из них приурочены к урезам озер, максимальные – к отрогам хр. Ветреный Пояс.

Климатические условия территории умеренно континентальные, с чертами морского влияния. Годовое количество осадков составляет более 500 мм. Территория принадлежит зоне избыточного увлажнения, т. к. осадки превышают испаряемость. Здесь наблюдаются многоснежные умеренно-холодные зимы. Гидрографическая сеть представлена реками, озерами и болотами. Реки относятся к бассейну Белого моря. На моренных и водноледниковых отложениях развиты подзолистые почвы тайги. Плоский рельеф и водоупорные свойства грунтов способствуют здесь сильной заболоченности и развитию болотно-подзолистых, торфяно- и торфянисто-глеевых почв. Наиболее характерными для всего района северной тайги являются леса низкорослые и разреженные из ели и сосны. Второстепенная роль в лесах принадлежит лиственным породам: березе, осине. Встречается большое количество сфагновых болот.

ЛАНДШАФТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Территория листа Р-37-IX представляет собой комплекс природных и техногенных ландшафтов, сформированных в результате тех или иных природных (эрозионных, ледниковых, структурных и др.), промышленных, хозяйственных процессов.

Природные ландшафты

По характеру преобладания экзодинамических процессов выделяются три области: денудации, аккумуляции и транспортировки. Ландшафтное районирование, отображенное на эколого-геологической схеме рассматриваемой территории, произведено на основе природных условий территории, ее тектонического, геологического строения, включая специфику дочетвертичных и четвертичных образований, почвенного покрова, растительности.

Область денудации занимает небольшую площадь в центре и на западе описываемой территории. Преобладают структурно-денудационные холмисто-грядовые, пластовые (куэстовые) и плоские участки рельефа (1), развитые на архейских и протерозойских магматических и вулканогенно-осадочных образованиях. Они покрыты хвойными и смешанными лесами, произрастающими на дерново-подзолистых почвах.

Область транспортировки представлена речными долинами (2). К ним относятся поймы, сложенные песками с прослоями суглинков, супесей, торфов, и русла рек, заполненные гравийно-галечными песками.

Область аккумуляции занимает значительную часть территории. Она представлена ледниково-озерной равниной (3), сложенной супесями, глинами, суглинками и мелко-тонкозернистыми песками, с редким гравием и галькой, и покрытые преимущественно смешанными лесами, а также флювиогляциальными (4) зандровыми равнинами и долинными зандрами, сложенные разнозернистыми песками с гравием и валунами, и перекрытые подзолистыми почвами с произрастающими на них смешанными лесами. Ледниковый (5) ландшафт сформирован на валунно-галечных суглинках и супесях, к которым приурочены дерново-подзолистые и подзолисто-глеевые почвы и развиты хвойные и смешанные леса.

Экзогенные геологические процессы на территории проявляются слабо и имеют локальный характер и достаточно низкую степень интенсивности. Для рассматриваемой территории можно выделить ряд ведущих экзогенных процессов.

Гравитационные процессы наиболее активно проявляются на участках холмисто-грядового рельефа, где на крупных склонах формируют элювиально-делювиальные шлейфы, сложенные глыбами кристаллических пород. Осыпи занимают площади до нескольких десятков квадратных метров (в масштабе схемы 1 : 500 000 не выделяются).

Процессы заболачивания получили широкое развитие в пределах территории из-за ее влажного климата и большого количества атмосферных осадков, значительно превышающих их испарение. В основном болота приурочены к равнинным территориям с малыми уклонами поверхности и характеризующимся развитием в четвертичных образованиях слабофильтрующих и водоупорных пород.

Геодинамическая и геохимическая устойчивость природных ландшафтов отображена на соответствующей схеме. Под устойчивостью ландшафта понимается его способность противодействовать природному и техногенному физико-механическому воздействию или геохимическому заражению и восстанавливать свои прежние параметры, возвращаться в свое прежнее состояние после снятия нагрузок. По степени устойчивости к геодинамическим нагрузкам и геохимическому загрязнению большая часть ландшафтов территории работ отнесена к устойчивым и среднеустойчивым. К малоустойчивым относятся многочисленные болотные массивы.

Ландшафты денудационного рельефа, сложенные породами кристаллического фундамента, обладают высокой степенью устойчивости к загрязнению. Ландшафты равнин на осадочных отложениях обладают средней устойчивостью к загрязнению. В пределах этих ландшафтов ослаблена миграция вещества в водной среде, нечетко выражена конвергентность потоков. Дерново-подзолистые почвы обладают несколько меньшими способностями к самоочищению. Группа ландшафтов, малоустойчивых к техногенному загрязнению, представлена заболоченными ландшафтами. В этих ландшафтах создались самые неблагоприятные условия самоочищения почв. Наличие таких факторов как избыточное увлажнение, плохая аэрация, замедленный процесс разложения органического вещества способствует аккумуляции загрязняющих веществ. Кроме того, в этих ландшафтах превалирует низкая миграция и слабый вынос вещества водной средой.

По степени геодинамической устойчивости ландшафтов также выделено три типа: устойчивые, средней устойчивости и малоустойчивые.

Территории с высокой степенью устойчивости характеризуются скальными породами фундамента с такой же высокой степенью закрепляемости поверхности растительностью (лесами). К территориям со средней устойчивостью отнесены участки ландшафтов, сложенные супесями и суглинками валунными, песками, супесями, суглинками и глинами, требующие инженерной защиты при строительстве. Часть ландшафтов отнесена к малоустойчивым вследствие активных экзогенных процессов, проявляющихся на равнинных территориях с малыми уклонами поверхности и характеризующихся наличием слабофильтрующих и водоупорных пород. Болота также отнесены к малоустойчивым природным системам.

Техногенные ландшафты

Помимо природных ландшафтных комплексов, на рассматриваемой территории обособляется техногенный рельеф, измененный в результате хозяйственной и промышленной деятельности.

Разнообразие видов техногенного воздействия, масштаб и степень их проявления в пределах рассматриваемой территории обусловили несколько видов функционального использования территории с формированием соответствующих основных типов техногенных ландшафтов: селитебный ландшафт населенных пунктов (б), лесохозяйственный, транспортный, горнодобывающий. Факторами, определяющими экологическое состояние техногенных ландшафтов, являются природно-технические процессы, к которым относятся механическое воздействие и химическое загрязнение.

Лесохозяйственный тип ландшафта широко распространен на севере рассматриваемой территории и выражается площадями вырубок, в т. ч. и промышленных масштабов, с развитием на них лиственных лесов и заболачивания, деградации почвенного покрова с активизацией эрозии, плоскостного смыва почв, уменьшением питания поверхностных и подземных вод.

Транспортный тип техногенного ландшафта. Дорожная сеть развита достаточно слабо. Автодороги без покрытия имеют ширину 2–10 м, проезжая часть усилена добавками песка, гравия, щебня, на болотистых участках – деревянные настилы (гасти). На территории развита сеть лесовозных автолежневых дорог. В зимнее время на территории прокладываются зимники. Мосты деревянные, грузоподъемностью 5–15 т. Вдоль транспортных техногенных ландшафтов происходит химическое загрязнение приземной атмосферы, почвогрунтов, поверхностных вод, заболачивание.

Территории ограничения хозяйственной деятельности. Рассматриваемая территория включает в себя площадь, имеющую статус особого природопользования. Это Кожозерский государственный природный ландшафтный заказник регионального значения, расположенный в северо-западной части листа Р-37-IX.

Кожозерский государственный природный ландшафтный заказник регионального значения утвержден решением Архангельского областного совета народных депутатов от 22.12.1992 г. № 222 «Об организации Кожозерского государственного ландшафтного заказника областного значения в Онежском районе» с целью сохранения и восстановления особо ценных или типичных природных ландшафтов и их составных частей. Территория включает в себя природные комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую и эстетическую ценность и предназначенные для использования в природоохранных, просветительских и рекреационных целях. На территории заказника расположен Кожозерский Богоявленский монастырь, время основания которого относится к XVI в. Культовые сооружения Кожозерского Богоявленского монастыря находятся на территории заказника, но в состав его не входят. Общая площадь заказника составляет 201 605 га. Заказник находится в ведении Архангельской области.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

В данном разделе приводятся результаты по загрязнению поверхностных и подземных вод, почв, почвообразующих и коренных пород территории листа Р-37-IX. Для оценки степени загрязнения использованы сведения, полученные по результатам проведенных работ, предшествующих геологических и гидрогеологических исследований.

В основу оценки степени загрязнения геологической среды положено сравнение фактических содержаний элементов в пробах с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК), а также уровень суммарного показателя загрязнения по комплексу элементов (Zс).

Загрязнение поверхностных вод слабо проявляется на рассматриваемой территории и несет в основном природный характер. Основными загрязняющими веществами являются соединения Fe, Cu, Zn и трудноокисляемые органические вещества.

Воды болот имеют минерализацию 30–70 мг/дм³. По составу воды гидрокарбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые, очень мягкие, содержат много органических веществ (до 5 мг/дм³), железа (до 3,0–5,0, иногда до 7 мг/дм³), что делает их мало пригодными для питьевого водоснабжения и хозяйственных нужд.

Минерализация подземных вод. Согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 максимально допустимый уровень минерализации (сухого остатка) в питьевой воде равен 1 г/дм³. Рассматриваемая территория характеризуется различными участками с достаточно контрастными значениями величины минерализации подземных вод. Так, отложения верхнего протерозоя обогащены высокоминерализованными водами и рассолами, минерализация подземных вод достигает 22,6 г/дм³. В свою очередь, в породах архея и нижнего протерозоя минерализация подземных вод не превышает 1,0 г/дм³.

По химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые или смешанные по катионам. Отмечено превышение железа (до 5,1 мг/дм³) в подземных водах как четвертичных образований, так и дочетвертичных. Состояние подземных вод оценивается как удовлетворительное.

Критерием для оценки влияния концентрации токсичных элементов в почвах на экологическую обстановку принято содержание элементов той или иной группы токсичности по отношению к ПДК, установленным для почв. Весьма неблагоприятными с точки зрения сельскохозяйственного освоения местности оцениваются территории с содержанием элементов 1-го класса токсичности выше ПДК или 2-го класса выше 10 ПДК. При содержании в почве элементов 2-го класса токсичности от 1 до 10 ПДК, а элементов 1-го класса, превышающие фоновые концентрации более чем в 1,25 раз, экологическое состояние территории считается неблагоприятным.

гоприятным. На исследуемой территории не выявлено аномалий концентрации токсичных элементов. В целом по данному фактору экологическое состояние большей части территории оценивается как благоприятное.

Оценка степени эколого-геологической опасности рассматриваемой территории отображена на соответствующей схеме и базируется на интегрированных данных по геохимической, геодинамической устойчивости территории, концентрации загрязняющих веществ в различных транспортирующих и депонирующих средах, техногенной освоенности тех или иных участков рассматриваемой территории. Таким образом, в пределах территории листа выделяются две градации степени эколого-геологической опасности.

1. К территориям с благоприятной эколого-геологической ситуацией относится северная часть листа Р-37-IX, а также большая часть возвышенности Ветреный Пояс, включая Кожозерский заказник. Это практически неосвоенные территории с минимально распространенными и спокойными эндо- и экзогеодинамическими условиями, редкими проявлениями слабых по интенсивности природных геологических опасностей.

2. К территориям с удовлетворительной эколого-геологической ситуацией относится значительная часть листа Р-37-IX. В качестве основного критерия здесь принята пораженность территории ведущим для нее экзогенным геологическим процессом – заболачиванием земель.

В целом на территории геологическая среда находится практически в естественном состоянии, техногенное загрязнение почв проявлено незначительно. Локальное загрязнение почв токсичными металлами (Pb и Zn) может наблюдаться только в непосредственной близости (20–50 м) от узкоколейной железной дороги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате составления и подготовки к изданию, включающих полевые работы, аналитические исследования и камеральную обработку всех полученных данных, в т. ч. имеющиеся геофизические, геохимические и дистанционные материалы, проведенные на территории листа Р-37-IX, создан комплект Госгеолкарты-200 второго поколения.

Комплект Госгеолкарты-200 включает: геологическую карту дочетвертичных образований, карту полезных ископаемых и закономерностей их размещения, карту четвертичных образований. Кроме того, каждая карта комплекта сопровождается обязательными вспомогательными схемами масштабов 1 : 500 000–1 : 1 000 000 (тектонической, минерагенического районирования и прогноза полезных ископаемых, геоморфологической, гидрогеологической, эколого-геологических условий и др.), помещенными в зарамочное оформление. Геологические карты составлены на основе Легенды Карельской серии листов (1998 г.), дополнений и изменений к ней, утвержденных НРС Роснедра 19.09.2009 г.

Проведенные работы, в т. ч. анализ и систематизация материалов предшественников, разработка легенд к картам комплектов, обработка материалов полевых и лабораторных исследований, позволили уточнить геологическое строение площади (пространственные границы, последовательность залегания, литологическая характеристика), по-новому оценить ее минерагенический потенциал, получить новые данные о вещественном составе стратифицированных и плутонических образований площади.

Для площади листа Р-37-IX проведена комплексная интерпретация геологических, геофизических, геохимических и дистанционных данных. Уточнено тектоническое и глубинное строение территории, установлено сложное чешуйчато-надвиговое строение структуры Ветреного пояса, сложенного раннепротерозойскими вулканогенно-осадочными образованиями, и выделены основные разрывные нарушения, определяющие общий структурный план территории. Скв. 8 вскрыта зона надвига (Центрального разлома), выраженная интенсивным смятием, гофрировкой и скарнированием карбонатных сланцев кожозерской свиты.

Установлено широкое распространение в пределах вулканогенно-осадочных образований кожозерской и виленгской свит субсогласных интрузий комплекса Ветреного пояса. Максимальное распространение они получили в метаосадках виленгской свиты, что хорошо отражается на карте АМП благодаря их высокой намагниченности.

Установлен сложный, многостадийный характер формирования плагиогранитов водлинского комплекса – возрастной диапазон их формирования по результатам датирования цирконов U-Pb методом составил от 2788 ± 17 до $2958 \pm 5,9$ млн лет.

В ходе работ для определения генезиса и возрастной принадлежности ледниковых и морских образований, предполагаемых в северо-западной части листа Р-37-IX, было отобрано 20 проб на диатомовый анализ. Согласно заключению А. В. Лудиковой, эти осадки формировались в мелководной прибрежной части пресноводного водоема, в обстановках активной гидродинамики в целом неблагоприятной для аккумуляции створок, а также размыва и выноса минеральных частиц с водосбора.

Составлена карта полезных ископаемых и закономерностей их размещения, выявлены структурные и литологические факторы контроля размещения проявлений полезных ископаемых. Дана положительная оценка перспектив золотоносности территории, составлен паспорт Кожозерского рудного узла, произведен подсчет прогнозных ресурсов золота категории Р₃ методом аналогии в количестве 17,8 т. Даны рекомендации о проведении поисково-оценочных работ первой очереди в пределах Кожозерского ПРУ. Дана отрицательная оценка перспектив алмазности территории.

Уточнены закономерности размещения месторождений полезных ископаемых, факторы и критерии их прогнозирования с локализацией перспективных площадей ранга минерагениче-

ских зон, рудных районов, узлов, полей, которые отражены на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения.

Сформированы цифровые архивы первичной и аналитической ретроспективной фактографической и картографической информации и первичная база геологических данных, полученных в процессе проведения ГДП-200 и подготовки к изданию.

Проведенные при составлении комплекта Госгеолкарты-200/2 листа Р-37-IX исследования выявили проблемы, спорные и дискуссионные вопросы по различным аспектам геологического строения и металлогении территории, которые не могут быть решены в рамках работ масштаба 1 : 200 000 и требуют решения при проведении работ мелкого масштаба или в рамках тематических исследований.

1. Решение вопроса о возрастной принадлежности терригенных и вулканогенных образований структуры Ветреный пояс невозможно в рамках настоящего масштаба работ. Полученные результаты определения абсолютного возраста для кварцевых габбро (1763 ± 5 млн лет), отнесенных авторами к комплексу Ветреного пояса, вероятнее всего, отражают этап метаморфизма пород после свекофеннской коллизии. Таким образом, вопрос о возрасте как вулканитов свиты Ветреного пояса, так и комагматичных им интрузий остается открытым, в связи с чем авторы пояснительной записки считают преждевременным внесение каких-либо изменений в Легенду Карельской серии листов.

2. Необходимо проведение дополнительных геофизических исследований для более корректного выявления особенностей глубинного строения структуры Ветреный пояс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная

1. Александрова Т. В., Негруца В. З., Афанасьев А. П. Литолого-геохимическое изучение кор выветривания восточной части Балтийского щита и связанных с ними полезных ископаемых (КАССР, Мурманская, Ленинградская, Новгородская, Вологодская, Архангельская области РСФСР). – 1978.
2. Бережной А. Т. Изучение новых проявлений коренной и россыпной алмазности в западной части Архангельской области с оценкой их перспективности. – 1990.
3. Боревский Б. В., Хачиян Т. П., Язвин А. Л. и др. Оценка ресурсного потенциала подземных вод для питьевого водоснабжения населения и обеспечения водой объектов промышленности на территории Российской Федерации. – М. : ЗАО «ГИДЭК», 2011.
4. Васильева В. В. Оценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Архангельской области. – 1990.
5. Гидрогеология СССР. Т. XLIV. Архангельская и Вологодская области. – М. : Недра, 1971. – 299 с.
6. ГОСТ Р 54316-2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. – Стандартинформ, 2011.
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист Р-(35)–37 – Петрозаводск. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2000.
8. Девятова Э. И. Материалы к геологии четвертичных отложений бассейна р. Онега. – 1957.
9. Дмитриева И. А. Региональный информационный бюллетень «Состояние недр территории Северо-Западного федерального округа Российской Федерации за 2014 год». Вып. 16. – СЗФ ФГУ НПП «Росгеолфонд», 2015.
10. Докембрийская геология СССР / В. Я. Хильтова, А. Б. Вревский, С. Б. Лобач-Жученко и др., отв. ред.: Д. В. Рундквист, Ф. П. Митрофанов // АН СССР, Ин-т геологии и геохронологии докембрия. – Л. : Наука, 1988. – 439 с.
11. Ефремова Г. А. Формационный анализ интрузий базит-гипербазитовых комплексов и их металлогеническая специализация. – 1988.
12. Заскинд Е. С. Разработать критерии оценки перспектив гипербазитового магматизма Токшинско-Волошовской зоны на сульфидные медно-никелевые руды. – 1991.
13. Земная кора и металлогения юго-восточной части Балтийского щита. – Л. : Наука, 1983. – 303 с.
14. Зыков Д. С., Колодяжный С. Ю. Признаки горизонтальных перемещений на юго-восточной оконечности Балтийского щита // Геоморфология. – 2007. – № 4. – С. 42–52.
15. Исследование глубин и рельефа дна оз. Кенозеро (Архангельская область) [Электронный ресурс] // URL: http://www.intuit.ru/EDI/12_08_14_3/1407852794-22209/tutorial/166/objects/4/files/index_kenozero.htm (дата обращения: 10.11.2016).
16. Канев Г. В. Благородные металлы Архангельской области. – 2006.
17. Канев В. Г. Радиоактивные элементы на территории восточной части Балтийского щита в пределах Архангельской области. – 2010.
18. Карта новейшей тектоники Северной Евразии. Масштаб 1 : 5 000 000 / Ред. А. Ф. Грачев. – ГУГК, 1997.
19. Каячев Н. Ф. Изучение петрографии, минералогии и геохимии пород зеленокаменных поясов Ветреного пояса (Токшо-Волошовская структура). – 1991.
20. Корсакова М. А., Иванов Н. М. и др. Легенда Карельской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. – ФГУ «ТФИ по СЗФО», 1998.
21. Лаврова М. А. Позднеледниковая и послеледниковая история Белого моря // Неогеновые и четвертичные отложения Западной Сибири. – М. : Наука, 1968. – С. 140–163.
22. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третьего поколения). – СПб. : ВСЕГЕИ, 2009.
23. Металлогенический кодекс России. – М. : Геокарт-Геос, 2012.
24. Орлова Н. Н., Трофименко Л. А., Гуров С. В. и др. Опыт-методические работы по применению специализированных геоморфологических исследований при поисках месторождений бокситов с составлением карт в Онего-Тихвинском регионе. – 1987.
25. Основные положения по составлению серийных легенд Государственных гидрогеологических карт масштаба 1 : 200 000 и 1 : 1 000 000. – М. : МПР РФ, 2001.
26. Петров В. В. Изучение процессов регионального метаморфизма и метасоматоза на территории Ветреного пояса с целью разработки критериев прогноза промышленных месторождений никеля, меди, золота и других полезных ископаемых. – 1983.

27. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Архангельской области за 1965–1974 гг.; 1975–1978 гг. – М., 1981, 1982.
28. Принципы гидрогеологической стратификации и районирования территории России. – МПР РФ, 1998.
29. Пугач С. Л. и др. Карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000 (для ведения мониторинга подземных водных объектов). Унифицированные схемы объекта гидрогеологической стратификации территории Российской Федерации. – М. : ФГУГП «Гидроспецгеология», 2011.
30. Серебрякова Л. И. Тектоника, сейсмичность и скорости современных вертикальных движений земной коры на северо-западе Восточно-Европейской платформы // Геодезия и картография. – 2013.
31. Торфяные месторождения Архангельской области по состоянию на 1 января 1988 г. – М. : ПГО «Торфгеология», 1990.
32. Belousova E. A., Griffin W. L., O'Reilly S. Y. et al. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 2002. – Vol. 143. – Pp. 602–622.
33. Corfu F., Hanchar J. M., Hoskin P. W. O. et al. Atlas of zircon // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. – 2003. – Vol. 53. – Pp. 469–500.
34. Harley S. L., Kelly N. M., Möller A. Zircon behaviour and the thermal histories of mountain chains // Elements. – 2007. – Vol. 3. – Pp. 25–30.
35. Hoskin P. W. O., Schaltegger U. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. – 2003. – Vol. 53. – Pp. 27–62.
36. Lee J. K. W., Williams I. S., Ellis D. J. Pb, U and Th diffusion in natural zircon // Nature. – 1997. – Vol. 390. – Pp. 159–162.
37. McDonough W. F., Sun S.-S. The composition of the Earth // Chemical Geology. – 1995. – Vol. 120. – Pp. 223–253.
38. Rubatto D. Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U-Pb ages and metamorphism // Chemical Geology. – 2002. – Vol. 184. – Pp. 123–138.
39. Whitehouse M. J., Platt J. P. Dating high-grade metamorphism – constraints from rare-earth elements in zircon and garnet // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 2003. – Vol. 145. – Pp. 61–74.

Фондовая

40. Акаемов С. Т. и др. Отчет по теме: «Оценка бокситоносности СОБР и прогноз поисков бокситов на новых площадях (1980–1985 гг.)». 1985.
41. Альбов Н. В. Отчет Кожеозерской геологосъемочной партии за 1939 г., Архангельская область. 1941.
42. Анкудинов С. А. Отчет Шардозерской сейсморазведочной партии о региональных сейсмических работах в Онежском и Плесецком районах Архангельской области за 1972–1973 гг. – ЗГТ, 1974.
43. Антонов В. В., Кальм В. А. и др. Отчет по II этапу работ: «Оценка обеспеченности населения Северо-Запада РФ ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения». – СПб. : ООО «Атлант», 2001.
44. Бережной А. Т. Отчет по теме Б.1.1./5): «Изучение минерогенеза отложений кожеозерской и виленгской свит на Ветреном поясе (Металлогеническая партия, 1990–1992 гг.)». 1992.
45. Бойда Ш. А. и др. Отчет о геологосъемочных работах, проведенных в Приозерном, Онежском и Плесецком районах Архангельской области (Ундозерская партия, 1956 г.). 1957.
46. Вальков В. К. и др. Отчет о результатах аэрогеофизических съемок в Восточной Карелии, на западе Архангельской области и на восточном побережье Чудского озера, выполненных в 1969 г. 1970.
47. Гезин А. Е. и др. Отчет о результатах работ Волошовской и Ундозерской партий за 1970 г. 1971.
48. Дехтерев Г. Б. Отчет по теме: «Опытно-методические работы по составлению аэрофотогеологической карты масштаба 1 : 200 000 на часть листа Р-37-А с использованием материалов аэрофотогеодезии и аэрогеофизики» (Ветренный пояс Архангельской обл., 1972–1975 гг.). – Аэрогеология КАЭ № 14, 1975.
49. Егоркин А. В. Отчет камеральной партии СРГЭ о результатах региональных сейсмических исследований ГСЗ, МОВЗ, проведенных в 1985–1987 гг. на севере Европейской части СССР. Листы R-39–42; Q-37–41; P-37,38. 1987.
50. Ершов Л. А. и др. Отчет о результатах работ по объекту: «Подготовка геофизической и геохимической основ масштаба 1 : 200 000 с целью оценки ресурсного потенциала золота в пределах восточной части Балтийского щита (Архангельская область)», проведенных в 2007–2010 гг. 2010.
51. Ефремов И. В. Отчет по теме: «Составление структурно-тектонической карты масштаба 1 : 1 000 000 Архангельской области» (Картосоставительская партия, 1979–1981 гг.). 1981.
52. Ефремова Г. А. и др. Отчет по теме А.1.2/(5) 5/2-6: «Составление структурно-формационной карты масштаба 1 : 200 000 Ветреного пояса и его обрамления» (Янгорский отряд, 1982–1983 гг.). 1983.
53. Ефремова Г. А. и др. Отчет по теме Б.1.1./5) 55-2: «Составление прогнозно-металлогенической карты геосинклинальной структуры Ветренный пояс в масштабе 1 : 200 000» (Янгорский отряд, 1984–1985 гг.). 1985.
54. Жакович А. В. Геологическое строение и закономерности размещения месторождений полезных ископаемых на основе анализа материалов космических съемок. Отчет Онежского отряда о результатах космофотогеологического картирования масштаба 1 : 500 000, проведенного в 1989–1993 гг. на Онежской площади (листы Q-37-В; P-37). 1994.
55. Зудин А. И. и др. Отчет по глубинному геологическому картированию масштаба 1 : 200 000 западной и центральной частей синклинали Ветренный пояс (в пределах трапеций Р-37-1,II, VII, VIII, IX). Шуйская ГСП, 1975–1960 гг. 1980.

56. *Иткин Б. З.* и др. Отчет о геологической съемке масштаба 1 : 500 000 западной части Плесецкого района Архангельской области, произведенной Ундозерской ГСП в 1968–1973 гг. 1974.
57. *Каверзнева Н. А.* и др. Отчет о результатах аэроэлектрической съемки масштаба 1 : 25 000 в юго-восточной части структурной зоны Ветреный пояс на Шардозерской площади за 1971 г. 1980.
58. *Каверзнева Н. А.* и др. Отчет о результатах аэроэлектроразведочной съемки масштаба 1 : 25 000 в юго-восточной части структурной зоны Ветреный пояс на Иксозерской площади за 1980 г. 1981.
59. *Каверзнева Н. А.* и др. Отчет о результатах аэроэлектромагнитной съемки масштаба 1 : 25 000 в юго-восточной части структурной зоны Ветреный пояс на Сезской площади за 1981–1982 гг. 1984.
60. *Каверзнева Н. А.* Отчет о результатах аэромагнитной съемки в юго-восточной части структурной зоны Ветреный пояс на Костинской площади в 1985–1987 гг. 1987.
61. *Кальберг Э. А.* и др. Отчет о результатах комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1 : 200 000 и 1 : 500 000, проведенной Приозерной партией в Плесецком районе Архангельской области (лист Р-37-ХV) в 1962–1966 гг. 1970.
62. *Кальберг Э. А.* и др. Отчет: «Обобщение геологических материалов Северо-Онежского бокситоносного района». (Тема № 2 за 1970–1975 гг.). 1975.
63. *Канев Г. В.* и др. Отчет о геологической съемке масштаба 1 : 500 000 в южной части Онежского района Архангельской области (Кожозерская ГСП, 1970–1975 гг.). 1975.
64. *Каячев Н. Ф.* и др. Отчет о результатах комплексных геологических и геохимических работ для выяснения никеленосности Кенозерского массива (Ундозский отряд, 1981–1985 гг.). 1985.
65. *Каячев Н. Ф.* Поиски сульфидных медно-никелевых руд на северо-восточном окончании Кенозерско-Волошовской зоны гипербазитовых массивов. Отчет Центральной геохимической партии о результатах поисковых работ, проведенных в 1984–1988 гг. 1988.
66. *Кислов В. Г.* Отчет о проведении геологической съемки и глубинного геологического картирования масштаба 1 : 50 000 с общими поисками на Кенозерско-Токшинской площади Ветреного пояса (листы Р-37-В,Г; 64-Г; 65-А,В), 1987–1993 гг. 1993.
67. *Кислов В. П.* Отчет о заверке бурением геофизических аномалий на Токшинских массивах ультраосновных пород в юго-восточной части Ветреного пояса, проведенной Токшинской ГПП в 1973–1975 гг. 1976.
68. *Кондиайн А. Г.* Отчет о результатах геологической съемки Северо-Онежской геологосъемочной партии за 1951 г. 1952.
69. *Контарович Р. С.* и др. Отчет о проведении комплексных аэрогеофизических исследований масштаба 1 : 25 000 на Онежской площади в 1982–1983 гг. 1984.
70. *Копылов В. П.* и др. Отчет о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1 : 200 000 Поморского берега Белого моря, проведенной Поморской ГСП в 1971–1975 гг. 1977.
71. *Куренной В. В., Барон В. А.* и др. Отчет по объекту: «Создание гидрогеологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000». – Зеленый : ВСЕГИНГЕО, 2008.
72. *Машкара А. М.*, Информационный отчет о предварительных результатах геологоразведочных работ на площади Ветреный Пояс в 2001–2002 гг. 2002.
73. *Медведев В. А.* Отчет: «Оценка и учет прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых на территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа по состоянию на январь 1998 г.». 1997.
74. *Медведев В. А.* Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на золото и металлы платиновой группы, выполненных на Нименьгской площади в Архангельской области в 2001–2006 гг. 2006.
75. *Мияскин С. В.* и др. Отчет о поисковых работах на никель в юго-восточной части Ветреного пояса в Плесецком районе Архангельской области (Волошовская ГПП, 1970–1973 гг.). 1974.
76. *Несмеянов О. Н.* Информационный геологический отчет о проведении геологического изучения – поисков и оценки коренных месторождений алмазов на Волошской площади-1. 2011.
77. *Никитенко Д. И.* и др. Отчет о геолого-геохимических и геофизических работах, проведенных партией № 12 на Ветреном поясе (Кожозерская площадь) в 1975–1976 гг. в Онежском районе Архангельской области. 1977.
78. *Орлов В. В.* Отчет о результатах комплексных аэрогеофизических работ, проведенных партией № 6 Аэрографической экспедицией № 33 в 1988–1989 гг. на восточном склоне Балтийского щита по геологическому заданию 33/6-2-48. 1990.
79. *Пекуров А. В.* и др. Отчет о геологосъемочных работах, проведенных Кожозерской партией в Онежском районе Архангельской области в 1955 г. 1956.
80. *Пестриков А. А.* ГДП-200 листов Р-37-IX, XV (Шардозерская площадь). Отчет по Гос. контракту № К.41.2014.005 от 26.02.2014. 2016.
81. *Петров Б. В.* и др. Составление прогнозно-металлогенической карты масштаба 1 : 200 000 территории Ветреного пояса и его обрамления на комплекс полезных ископаемых с определением прогнозных ресурсов по категории Рз. 1985.
82. *Полянинна Е. С.* Информационный геологический отчет о проведении геологического изучения – поисков и оценки коренных месторождений алмазов на Токшинской площади-1. 2011.
83. *Пронькина Т. А.* Отчет о поисково-разведочных работах на пресные подземные воды для централизованного водоснабжения пос. Ундозеро Архангельской области. – ФГУ «ГФИ по Архангельской области», 1991.
84. *Самойлов В. И.* Отчет по поискам кимберлитовых тел на Посадской площади района Ветреного пояса за 1989–1991 гг. 1991.
85. *Синицын А. В.* и др. Отчет о результатах работ по оценке перспектив золотоносности байкалит Тимано-Канинского района и карелид структурной зоны Ветреного пояса на основе дистанционных методов (Заключительный отчет по договору № 36 от 20 июля 1979 г.). 1982.

86. *Соколова Т. Д.* Отчет о результатах работ Жилозерской аэроэлектроразведочной партии за 1975–1976 гг. (Полевая экспедиция № 5 ЗГТ). 1976.

87. *Сомов А. В.* Геологическое строение и полезные ископаемые Ежозерской площади. Отчет о проведении геологической съемки масштаба 1 : 50 000 с общими поисками на Ежозерской площади в 1990–1994 гг., листы Р-37-15-А,Б. 1994.

88. *Сомов Н. В.* и др. Отчет о результатах поисков бокситов вдоль юго-восточного склона Ветреного пояса (Лукемская поисковая партия, 1970–1978 гг.). 1978.

89. *Сомов Н. В.* Отчет о результатах общих поисков бокситов в пределах юго-западного фланга Северо-Онежского бокситоносного района (в междуречье рек Бол. Сондола и Ундоша) (Кенозерская ГПП, 1979–1981 гг.). 1983.

90. *Третьяченко В. В.* и др. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Оценка перспектив алмазности территории Зимнебережного района и сопредельных территорий на основе обобщения результатов поисковых и тематических работ с целью выделения площадей, перспективных на обнаружение новых кимберлитовых полей и кустов тел». 2010.

91. *Чебыкин Н. Я.* Отчет о результатах геолого-экологических исследований и картографирования масштаба 1 : 1 000 000 на Северодвинской площади (листы Q-37,38; Р-37,38), проведенных в 1992–1997 гг. Северодвинской партией. 1997.

92. *Шадрин Н. А.* Отчет: «Составление геохимической основы Госгеолкарты-1000/3, листы: Р-37, Р-38; Q-37, Q-38; R-38, R-39, R-40». 2003.

**Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных отложений листа Р-37-IX
Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000**

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (Ч – четвертичное)	Ранг объекта, состояние эксплуатации	Номер по списку литературы
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Строительные материалы					
Обломочные породы					
Песок строительный					
II-4	4	№ 24	Ч	ММ	
Песчано-гравийный материал					
IV-1	3	№ 37	Ч	ММ	

Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых, первичных геохимических ореолов (ПГХО), вторичных геохимических ореолов (ВГХО), показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения и карте четвертичных образований листа Р-37-IX Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000

Индекс клетки	Но- мер на карте	Вид полезного ископаемого и название про- явления, пунк- та минерали- зации	Тип объекта, краткая характеристика	Номер источника по списку литературы
ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Твердые горючие ископаемые				
Т о р ф				
I-1	9	Порса I	П. Залежь переходного типа. Р ₁ – 5008 тыс. т	31
I-2	3	Порса II	П. Залежь верхового типа. Р ₁ – 10 332 тыс. т	31
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Черные металлы				
Х р о м				
II-1	5	Летний конец	ПМ. На участке Летний конец хром связан с массивом основного состава комплекса Ветреного пояса, по результатам пробы 15486, отобранной по вмещающим габбродолеритам, содержание хрома – 0,2 %	63
Цветные металлы				
С в и н е ц , ц и н к				
II-1	6	Пр. 18491	ПМ. В пробах, отобранных из рассланцованных габброидов, отмечаются повышенные содержания свинца (0,5 %) и цинка (0,5 %)	63
Н и к е л ь				
I-1	3	Обн. 1022	ПМ. Проба, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса, с содержанием никеля – 450 г/т	80
I-1	6	Обн. 1035	ПМ. Проба, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса, с содержанием никеля – 310 г/т	80
I-1	7	Обн. 1829	ПМ. Проба, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса, с содержанием никеля – 590 г/т	80
I-2	2	Обн. 164	ПМ. Проба, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса, с содержанием никеля – 330 г/т	80
II-1	2	Обн. 1221	ПМ. Проба, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса, с содержанием никеля – 500 г/т	80
II-2	1	Курусское	ПМ. Приурочен к вскрытому на глубине 105,6 м массиву основного состава. Медь наблюдается вдоль и внутри серпентинитовых прожилков в виде примазок и мелких гнезд размером до 5 × 1 мм	63
II-4	2	Обн. 858	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 410 г/т	80
II-4	3	Обн. 857	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 480 г/т	80
III-4	1	Обн. 865	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 460 г/т	80
III-4	2	Обн. 867	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 520 г/т	80

Индекс клетки	Но- мер на карте	Вид полезного ископаемого и название про- явления, пунк- та минерали- зации	Тип объекта, краткая характеристика	Номер источника по списку литературы
III-4	3	Обн. 456	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 450 г/т	80
III-4	4	Обн. 250	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 320 г/т	80
IV-1	1	Обн. 900	ПМ. Проба, отобранная из серпентинита, развитому по ультрамафитовому массиву комплекса Ветреного пояса – 1850 г/т	80
IV-1	2	Обн. 880	ПМ. Проба, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса, с содержанием никеля – 430 г/т	80
IV-4	1	Обн. 061	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 420 г/т	80
IV-4	2	Обн. 049	ПМ. Проба, отобранная из образований свиты Ветреного пояса, с содержанием никеля – 500 г/т	80
Благородные металлы				
З о л о т о				
I-1	1	Русловое	П. В скв. 161 на глубине 94 м наблюдается конгломерат с угловатыми обломками магматических пород. Содержание обломочного материала порядка 70 %. Породы приурочены к вендским конгломератам редкинско-го горизонта. Полученные содержания золота, по данным химико-спектрометрического анализа, составляют порядка 2,2 г/т	73
I-1	2	Колозерское	П. В пробуренной скважине МК-71а на глубине 39,0–48,0 м наблюдается конгломерат с преобладанием слегка угловатых обломков габбродиорита. Породы приурочены к вендским конгломератам редкинско-го горизонта (V ₂ р). По результатам пробирно-спектрального анализа в инт. 44,0–49,4 м содержание золота составляет 4,355 г/т, серебра – 1,272 г/т	73
I-1	4	Порса	ПМ. Произведено опробование скв. 181. Содержание золота в перидотите на глубине 59 м – 0,3 г/т, на глубинах 61 и 75 м – 0,2 г/т	63
I-1	5	Пезозерское	ПМ. Произведено опробование скв. 15б. В интервале глубин 7,0–13,0 м вскрыты тальк-хлорит-карбонатные метасоматиты с содержанием золота 0,2–0,7 г/т	63
I-1	8	Первое Устье	ПМ. В скв. 152 на глубине 25 м в серпентинизированном перидотите содержание золота достигает 0,3 г/т	63
I-2	1	Старцево	ПМ. Под покровом четвертичных отложений мощностью 22,3 м в скважине вскрыты сланцы эпидот-хлорит-амфиболового состава с участками кварц-эпидот-кальцит-амфиболитовой породы. Отмечен также участок серпентинита на глубине 62,0 м. Аномальное содержание золота 4,352 г/т отмечено в пунктирно-бороздовой пробе, взятой из участка кварц-карбонатных жил с редкими реликтами вмещающего сланца. В пробе также присутствует серебро в количестве 1,041 г/т. Разрез скв. 184 довольно однородный, и на всем протяжении породы интенсивно пронизаны кварц-карбонатными, кварцевыми жилами; по-видимому, вполне обоснованно можно предполагать присутствие золота также в других интервалах с обилием кварц-карбонатных и кварцевых жил	63
I-3	1	Au	ВГХО. Геохимический ореол золота в рыхлых отложениях – более 100 мг/т	50
I-3	2	Au	ПГХО. Геохимический ореол золота в коренных породах – 30–49 мг/т	50
II-1	1	Пр. 15803	ПМ. В долеритовых порфиритах содержание золота – 0,34 г/т	63
II-1	4	Летний конец	ПМ. В перидотитах пробирно-спектральным анализом были выявлены повышенные содержания золота – 0,191 г/т и серебра – 0,228 г/т	63
II-3	1	Au	ПГХО. Геохимический ореол золота в коренных породах – 30–49 мг/т	50
II-4	1	Au	ВГХО. Геохимический ореол золота в рыхлых отложениях – более 100 мг/т	50

Индекс клетки	Но- мер на карте	Вид полезного ископаемого и название про- явления, пунк- та минерали- зации	Тип объекта, краткая характеристика	Номер источника по списку литературы
III-3	1	Au	ВГХО. Геохимический ореол золота в рыхлых отложениях – более 100 мг/т	50
IV-2	1	C-2	ПМ. Проба, отобранная из пироксенитов комплекса Ветреного пояса с глубины 64,4 м, с содержанием золота 1,46 г/т	80
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ Горнотехническое сырье Асбест				
II-1	3	Обн. 18183	ПМ. В хлорит-актинолитовой породе актинолит-тремолит светло-зеленого цвета, тонковолокнистый ломкий, имеет длину волокон до 20 мм. В количественном соотношении преобладает тремолит в сравнении с актинолитом. Актинолит-тремолит находится в тесной ассоциации с хлоритом, но последний образует обособленные скопления субпараллельно ориентированных зерен пластичной формы. Зонки мощностью до 3–4 см, сложенные актинолит-тремолитом, занимают полости трещин. Иногда в ассоциации с актинолит-тремолитом отмечается тальк	63

Общая оценка минерально-сырьевого потенциала минерагенических подразделений листа Р-37-IX
(по состоянию на 1.01.2018 г.)

№ п/п	Название, ранг и индекс подразделения	Полезные ископаемые	Площадь S, км ²	Запасы категории		$\Sigma C_1 + C_2$	Прогнозные ресурсы Р			Данные об апробации
				C ₁	C ₂		P ₁	P ₂	P ₃	
1	1. Восточно-Карельская хром-никель-золоторудная минерагеническая зона		3108							
2	1.1. Выгозерско-Кенозерский потенциальный никелево-золоторудный район		3042							
3	1.1.1. Сьвтугский потенциальный золоторудный узел	золото	1040						60 т	ЦНИГРИ, 2012
4	0.1. Кожозерско-Нименьгский потенциальный золоторудный район		301							
5	0.1.1. Кожозерский потенциальный золоторудный узел	золото	118,5						17,8 т*	2018

Пр и м е ч а н и е. Сведения о ресурсах приведены в пределах листа Р-37-IX.

*Авторские прогнозные ресурсы.

Сводная таблица прогнозных ресурсов полезных ископаемых листа Р-37-IX

№ п/п	Группа, подгруппа полезных ископаемых	Вид полезного ископаемого	Количество прогнозируемых объектов	Категория прогнозных ресурсов	Прогнозные ресурсы
1	Металлические Благородные металлы	Золото	1 рудный район 1 рудный узел	Р ₃	77,8 т

**Таблица впервые выделенных или переоцененных в ходе составления листа Р-37-IX
прогнозируемых объектов полезных ископаемых и их прогнозных ресурсов**

№ п/п	Вид минерального сырья, индекс и наименование объекта	Оценка ресурсов по категориям		Баланс ресурсов по результатам работ (+, -)	Рекомендуемые для лицензирования объекты и рекомендации по дальнейшим работам
		на начало работ	по результатам работ		
1	0.1.1 Кожозерский потенциальный золоторудный узел (Au)	–	Р ₃ – 17,8 т	+17,8 т	Поисковые работы масштаба 1 : 50 000

Список скважин, показанных на геологической карте дочетвертичных образований листа Р-37-IX

Номер клетки	Номер по карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
I-1	1	Скважина 150,8 м, вскрываются отложения редкинского горизонта и образования беломорского комплекса	63; скв. 161
I-2	2	Скважина 143,4 м, вскрываются образования беломорского комплекса	63; скв. 185
I-2	3	Скважина 112 м, вскрываются образования беломорского комплекса	63; скв. 175
I-4	4	Скважина 100 м, вскрываются образования беломорского комплекса	80; скв. 9
I-4	5	Скважина 89 м, вскрываются образования беломорского комплекса	80; скв. 10
II-3	6	Скважина 100 м, вскрываются образования беломорского комплекса	80; скв. 11
IV-2	7	Скважина 85 м, вскрытый разрез представлен образованиями кожозерской свиты и прорывающими ее пироксенитами плутонического комплекса Ветреного пояса	80; скв. 2
IV-2	8	Скважина 85 м, вскрытый разрез представлен образованиями виленгской свиты и прорывающими ее пироксенитами плутонического комплекса Ветреного пояса. Кроме того, скважиной на глубине 48,5 м был вскрыт тектонический контакт с кожозерской свитой	80; скв. 4
IV-3	9	Скважина 85 м, вскрытый разрез представлен пироксенитами плутонического комплекса Ветреного пояса	80; скв. 5
IV-3	10	Скважина 85 м, вскрытый разрез представлен образованиями виленгской свиты	80; скв. 6
IV-2	11	Скважина 85 м, вскрытый разрез представлен образованиями кожозерской свиты	80; скв. 3
IV-4	12	Скважина 85 м, вскрытый разрез представлен образованиями виленгской свиты	80; скв. 7

Список скважин, показанных на геологической карте четвертичных образований листа Р-37-IX

Номер клетки	Номер по карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
I-2	1	Скважина 110 м, вскрывает флювиогляциальные и ледниковые отложения осташковского горизонта (мощностью 23 м) и озерные отложения ленинградского горизонта (22 м)	63; скв. 164
II-1	2	Скважина 167,3 м, вскрывает биогенные образования (мощностью 5 м) и ледниковые отложения осташковского горизонта (мощностью 4,8 м)	63; скв. 167
II-1	3	Скважина 200,1 м, вскрывает озерные образования голоцена (мощностью 5,4 м)	63; скв. 169
III-3	4	Скважина 150,1 м, вскрывает флювиогляциальные отложения (мощностью 2 м) и ледниковые отложения (мощностью 4,9 м)	55; скв. 103
III-2	5	Скважина 150,5 м, вскрывает ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 7,1 м)	67; скв. 94
III-3	6	Скважина 200 м, вскрывает ледниковые отложения (мощностью 23 м)	55; скв. 105
III-4	7	Скважина 210 м, вскрывает ледниковые отложения (мощностью 32,8 м) и озерно-аллювиальные отложения ленинградского горизонта (мощностью 5,1 м)	55; скв. 97
IV-4	8	Скважина 85 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 7 м) и озерные и аллювиальные отложения ленинградского горизонта (мощностью 17,2 м)	80; скв. 7

Петрогеохимическая характеристика стратифицированных образований

Свита	Киричская							
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер пробы	1857	1880	1886	78	83	84	101	111-1
SiO ₂	52,4	50,3	51,9	51,1	52,6	54	51,7	54,9
Al ₂ O ₃	14,5	12,4	13	15,6	14,1	13,1	12,4	13,2
TiO ₂	1,08	0,7	0,76	0,88	1,3	1,13	0,67	0,95
Fe ₂ O ₃	11,7	11	10,8	10,8	13,1	12,4	10,4	10,1
MnO	0,22	0,21	0,19	0,16	0,2	0,22	0,17	0,2
MgO	6,12	11,5	8,58	6,39	5,45	4,88	10	6,86
CaO	7,89	8,13	10,3	9,04	7,15	8,28	9,76	7,45
Na ₂ O	2,97	2,51	1,44	3,94	4,44	4,44	4,44	4,44
K ₂ O	0,59	0,26	0,74	0,05	0,16	0,23	0,12	0,059
P ₂ O ₅	0,12	0,079	0,078	0,12	0,13	0,12	0,068	0,13
ппп	2,4	2,76	2,24	2,09	1,67	1,41	2,17	1,6
Сумма	99,99	99,85	100,03	100,17	100,3	100,21	101,9	99,89
Микроэлементы, в г/т								
La	–	10,4	8,96	11,3	8,67	15,4	8,15	7,34
Ce	–	22	18,3	22	18,6	32,1	16,2	17,3
Pr	–	2,85	2,44	2,79	2,55	3,97	1,99	2,22
Nd	–	10,9	10,63	11,07	10,8	16,34	8,11	9,54
Sm	–	2,05	2,15	2,31	2,56	3,27	1,76	2,34
Eu	–	0,81	0,66	0,8	0,94	1,15	0,63	0,54
Gd	–	2,28	2,85	2,62	3,06	3,62	1,98	2,46
Tb	–	0,41	0,45	0,38	0,51	0,56	0,34	0,41
Dy	–	2,58	2,81	2,6	3,66	3,57	2,19	2,61
Ho	–	0,53	0,58	0,52	0,74	0,72	0,42	0,55
Er	–	1,35	1,62	1,41	2,04	1,93	1,13	1,53
Tm	–	0,19	0,24	0,21	0,3	0,29	0,17	0,22
Yb	–	1,24	1,4	1,4	2	2,01	1,23	1,6
Lu	–	0,21	0,19	0,2	0,31	0,3	0,19	0,24
Cr	–	827	430	203	85,6	84,5	506	295
Cu	–	20,1	45,3	–	–	–	–	–
Ga	–	13,4	13,4	14,6	13,6	15,1	12,9	8,85
Ge	–	1,07	0,73	1,67	1,23	1,55	1,54	1,25
Rb	–	5,33	20,6	< 2	5,88	3,56	3,3	< 2
Sr	–	255	298	282	146	332	305	82,3
Y	–	14,1	17,2	15,1	21,2	19,6	12,8	14,4
Zr	–	59,4	67,9	94,2	90,3	80,2	59,6	91,5
Nb	–	2,5	2,75	3,02	4,07	3,75	2,01	3,23
Ba	–	136	229	11,5	41,3	98,9	57,5	43,1
Hf	–	1,5	1,9	2,23	2,62	2,18	1,67	2,57
Ta	–	0,17	0,24	0,19	0,33	0,28	0,14	0,21

Свита	Киричская							Кожозерская
№ п/п	9	10	11	12	13	14	15	16
Номер пробы	225	404	405	406	851	886	913	915
SiO ₂	54,2	50,8	52,4	52,5	49,1	51,2	53,7	47,2
Al ₂ O ₃	14,4	10,3	13	14,1	10,2	12,6	14,7	16,4
TiO ₂	0,74	0,57	0,68	0,8	0,57	0,62	0,75	0,83
Fe ₂ O ₃	9,94	10,9	10,4	10,9	11,2	10,3	9,44	11
MnO	0,17	0,2	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17	0,19
MgO	5,9	12,5	8,41	6,52	15,4	10,8	6,45	8,55
CaO	8,46	10,3	10,3	10,2	8,55	9,22	9,96	10,7
Na ₂ O	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44
K ₂ O	0,09	0,66	0,66	0,52	0,4	0,3	0,022	0,35
P ₂ O ₅	0,1	0,068	0,074	0,087	0,056	0,08	0,084	0,087
ппп	1,4	2,4	2,36	1,92	3,32	2,58	2,25	3,34
Сумма	99,84	103,14	102,89	102,16	103,42	102,3	101,97	103,09
Микроэлементы, в г/т								
La	10,3	6,62	8,6	9,54	4,24	8,73	8,92	9,65
Ce	21,3	13,2	17,4	19,1	10,2	18,7	18,9	21,1
Pr	2,79	1,68	2,24	2,43	1,4	2,28	2,4	2,67
Nd	12,3	6,75	9,24	9,87	5,84	9,59	10,4	11,1
Sm	2,42	1,82	2,15	2,09	1,53	1,97	2,27	2,25
Eu	0,74	0,62	0,7	0,72	0,3	0,55	0,69	0,67
Gd	2,27	1,63	2,15	2,32	1,53	2,12	2,12	2,39
Tb	0,35	0,3	0,36	0,37	0,28	0,34	0,38	0,42
Dy	2,34	1,88	2,18	2,51	1,7	2,13	2,43	2,74
Ho	0,5	0,36	0,45	0,5	0,34	0,41	0,49	0,56
Er	1,27	0,98	1,25	1,38	0,93	1,17	1,32	1,54
Tm	0,18	0,14	0,18	0,19	0,13	0,17	0,19	0,23
Yb	1,38	0,95	1,2	1,24	0,91	1,09	1,2	1,46
Lu	0,2	0,16	0,16	0,22	0,15	0,17	0,19	0,21
Cr	42,9	886	356	276	2990	614	117	188
Cu	–	–	–	–	–	–	–	–
Ga	12,8	10,3	12	13,1	9,05	11,8	12,2	12
Ge	1,25	1,43	1,81	1,45	1,14	1,59	1,28	1,54
Rb	< 2	14,5	13,3	11,8	7,92	6,54	< 2	8,48
Sr	246	117	187	222	44,7	187	189	126
Y	12,7	10,8	12,2	14,3	9,4	11,9	13,6	14,9
Zr	76,6	53,8	67	67,8	51	67,3	68,4	156
Nb	2,92	2,05	2,44	2,86	1,94	2,41	3,04	4,05
Ba	32,5	247	185	211	137	82,1	49,7	227
Hf	2,13	1,28	1,7	2,02	1,31	1,69	1,7	3,43
Ta	0,21	0,13	0,21	0,18	0,11	0,19	0,22	0,29

Свита	Кожозерская							
№ п/п	17	18	19	20	21	22	23	24
Номер пробы	1231	1235	1236	4-56,3	4-76	4-79	4-82	4-61,2
SiO ₂	52,7	49,4	47,1	38,5	40	41,9	37,9	27,6
Al ₂ O ₃	15,8	18,2	14,5	4,33	10,3	3,89	4,91	3,4
TiO ₂	0,36	0,26	1,78	0,21	1,02	0,25	0,42	0,19
Fe ₂ O ₃	7,74	6,14	15	2,62	7,06	3,48	4,74	2,12
MnO	0,18	0,15	0,2	0,1	0,27	0,19	0,28	0,1
MgO	8,06	9,98	6,87	17,3	9,69	11,7	12	17,8
CaO	10,1	7,46	8,7	23,8	19,6	27,5	23,8	26,7
Na ₂ O	2,1	2,93	2,22	0,63	1,67	1,15	1,17	0,49
K ₂ O	0,67	1,24	0,14	1,18	2,22	0,49	1,27	0,17
P ₂ O ₅	< 0,05	< 0,05	0,26	0,067	0,21	0,11	1,33	0,074
ппп	2,25	3,85	3,06	11,5	7,91	9,55	12,3	21,4
Сумма	99,9	99,6	99,8	100	100	100	100	100
Микроэлементы, в г/т								
La	—	—	—	—	—	—	—	—
Ce	—	—	—	—	—	—	—	—
Pr	—	—	—	—	—	—	—	—
Nd	—	—	—	—	—	—	—	—
Sm	—	—	—	—	—	—	—	—
Eu	—	—	—	—	—	—	—	—
Gd	—	—	—	—	—	—	—	—
Tb	—	—	—	—	—	—	—	—
Dy	—	—	—	—	—	—	—	—
Ho	—	—	—	—	—	—	—	—
Er	—	—	—	—	—	—	—	—
Tm	—	—	—	—	—	—	—	—
Yb	—	—	—	—	—	—	—	—
Lu	—	—	—	—	—	—	—	—
Cr	—	—	—	—	—	—	—	—
Cu	—	—	—	—	—	—	—	—
Ga	—	—	—	—	—	—	—	—
Ge	—	—	—	—	—	—	—	—
Rb	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	—	—	—	—	—	—	—	—
Zr	—	—	—	—	—	—	—	—
Nb	—	—	—	—	—	—	—	—
Ba	—	—	—	—	—	—	—	—
Hf	—	—	—	—	—	—	—	—
Ta	—	—	—	—	—	—	—	—

Свита	Кожозерская							
№ п/п	25	26	27	28	29	30	31	32
Номер пробы	4-50,6	4-58,2	3-65	3-41,8	3-83,3	3-73,8	3-53	3-71,3
SiO ₂	40,5	34,9	55,9	54,3	56,2	56	56,7	54,7
Al ₂ O ₃	6,7	6,4	15,4	14,9	14,8	15	15	16,3
TiO ₂	0,31	0,46	1,1	1,12	1,13	1,08	1,09	1,17
Fe ₂ O ₃	3,84	3,81	9,76	9,61	9,62	9,66	9,52	10,2
MnO	0,21	0,18	0,1	0,11	0,11	0,11	0,1	0,098
MgO	13,4	19,4	4,51	5,83	4,9	4,92	4,45	5,33
CaO	21,8	17,9	3,96	3,24	3,45	3,87	4,15	2,94
Na ₂ O	1,53	0,5	3,88	3,51	3,37	3,9	3,7	4,01
K ₂ O	1,28	1,35	1,77	2,18	2,12	1,21	1,9	1,84
P ₂ O ₅	0,093	0,093	0,13	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15
ппп	10,5	14,9	3,46	5,09	4,15	4,28	3,2	3,32
Сумма	100	99,9	99,9	100	100	100	99,9	100
Микроэлементы, в г/т								
La	–	–	–	–	–	–	–	–
Ce	–	–	–	–	–	–	–	–
Pr	–	–	–	–	–	–	–	–
Nd	–	–	–	–	–	–	–	–
Sm	–	–	–	–	–	–	–	–
Eu	–	–	–	–	–	–	–	–
Gd	–	–	–	–	–	–	–	–
Tb	–	–	–	–	–	–	–	–
Dy	–	–	–	–	–	–	–	–
Ho	–	–	–	–	–	–	–	–
Er	–	–	–	–	–	–	–	–
Tm	–	–	–	–	–	–	–	–
Yb	–	–	–	–	–	–	–	–
Lu	–	–	–	–	–	–	–	–
Cr	–	–	–	–	–	–	–	–
Cu	–	–	–	–	–	–	–	–
Ga	–	–	–	–	–	–	–	–
Ge	–	–	–	–	–	–	–	–
Rb	–	–	–	–	–	–	–	–
Sr	–	–	–	–	–	–	–	–
Y	–	–	–	–	–	–	–	–
Zr	–	–	–	–	–	–	–	–
Nb	–	–	–	–	–	–	–	–
Ba	–	–	–	–	–	–	–	–
Hf	–	–	–	–	–	–	–	–
Ta	–	–	–	–	–	–	–	–

Свита	Кожозерская						Виленгская	
№ п/п	33	34	35	36	37	38	39	40
Номер пробы	2-49,3	2-73,2	2-45,8	2-9,5	2-14,9	2430-1	1013	1014
SiO ₂	63	52	52,9	52,4	50,3	65,8	60,2	58
Al ₂ O ₃	18,1	14,1	14,6	13,5	13,3	12,2	15,7	15,6
TiO ₂	1	1,05	0,84	0,76	0,8	0,83	0,93	0,78
Fe ₂ O ₃	4,14	11	9,88	9,37	10,2	6,63	9,74	7,66
MnO	0,042	0,17	0,15	0,16	0,17	0,12	0,14	0,25
MgO	2,26	5,87	6,63	8,17	8,56	1,37	4,14	3,77
CaO	1,04	9,77	9,91	10,6	11,7	3,83	3,3	11,3
Na ₂ O	3,5	3,1	2,26	2,3	2,24	4,65	2,62	1,04
K ₂ O	4,28	0,11	0,16	0,23	0,2	1,66	1,99	0,25
P ₂ O ₅	0,1	0,12	0,12	0,11	0,11	0,13	0,11	0,1
ппп	2,54	2,8	2,56	2,31	2,48	2,81	0,82	1,1
Сумма	100	100	100	100	100	100	99,7	99,8
Микроэлементы, в г/т								
La	-	-	-	-	-	-	-	-
Ce	-	-	-	-	-	-	-	-
Pr	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm	-	-	-	-	-	-	-	-
Eu	-	-	-	-	-	-	-	-
Gd	-	-	-	-	-	-	-	-
Tb	-	-	-	-	-	-	-	-
Dy	-	-	-	-	-	-	-	-
Ho	-	-	-	-	-	-	-	-
Er	-	-	-	-	-	-	-	-
Tm	-	-	-	-	-	-	-	-
Yb	-	-	-	-	-	-	-	-
Lu	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	-	-	-	-	-	-	-	-
Ge	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb	-	-	-	-	-	-	-	-
Sr	-	-	-	-	-	-	-	-
Y	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	-	-	-	-	-	-	-	-
Nb	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-
Hf	-	-	-	-	-	-	-	-
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-

Свита	Виленгская							
№ п/п	41	42	43	44	45	46	47	48
Номер пробы	1015	1024-3	1029	1030	1031	6-38,3	6-19,3	6-70
SiO ₂	62,6	57,7	57,3	63	53,3	71	62,3	59
Al ₂ O ₃	15,2	19,9	16,9	14,5	15	6,53	13,5	14,5
TiO ₂	0,74	1,13	1,07	0,76	0,92	0,35	0,71	1,03
Fe ₂ O ₃	8,03	8,07	10,1	7,89	9,3	5,12	7,01	9,5
MnO	0,13	0,076	0,2	0,15	0,38	0,097	0,1	0,11
MgO	3,63	3,21	4,24	4,01	4,81	2,5	3,98	4,83
CaO	5,95	3,95	5,81	7,35	14,5	6,21	3,39	3,57
Na ₂ O	2,09	2,23	1,39	1,53	0,81	1,78	3,85	3,87
K ₂ O	0,85	1,49	1,92	0,23	0,24	0,74	1,48	1,21
P ₂ O ₅	0,09	0,12	0,12	0,1	0,11	0,061	0,11	0,15
ппп	0,55	2,01	0,94	0,27	0,72	5,75	3,54	2,25
Сумма	99,8	99,9	100	99,8	100	100	100	100
Микроэлементы, в г/т								
La	—	—	—	—	—	—	—	—
Ce	—	—	—	—	—	—	—	—
Pr	—	—	—	—	—	—	—	—
Nd	—	—	—	—	—	—	—	—
Sm	—	—	—	—	—	—	—	—
Eu	—	—	—	—	—	—	—	—
Gd	—	—	—	—	—	—	—	—
Tb	—	—	—	—	—	—	—	—
Dy	—	—	—	—	—	—	—	—
Ho	—	—	—	—	—	—	—	—
Er	—	—	—	—	—	—	—	—
Tm	—	—	—	—	—	—	—	—
Yb	—	—	—	—	—	—	—	—
Lu	—	—	—	—	—	—	—	—
Cr	—	—	—	—	—	—	—	—
Cu	—	—	—	—	—	—	—	—
Ga	—	—	—	—	—	—	—	—
Ge	—	—	—	—	—	—	—	—
Rb	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	—	—	—	—	—	—	—	—
Zr	—	—	—	—	—	—	—	—
Nb	—	—	—	—	—	—	—	—
Ba	—	—	—	—	—	—	—	—
Hf	—	—	—	—	—	—	—	—
Ta	—	—	—	—	—	—	—	—

Свита	Виленгская							
№ п/п	49	50	51	52	53	54	55	56
Номер пробы	6-58,2	6-61,5	6-50,7	6-47,5	6-85	6-78	6-76	7-59,4
SiO ₂	59	60	57	58,4	56,1	53,4	67,8	58,2
Al ₂ O ₃	13,7	13,8	14,1	14,3	15,3	7,82	10	19,3
TiO ₂	0,98	1,01	1,18	1	0,97	0,53	0,54	1,18
Fe ₂ O ₃	9,38	9,48	10,4	9,8	10,2	7,51	5,98	6,7
MnO	0,11	0,13	0,13	0,12	0,12	0,21	0,093	0,066
MgO	4,31	4,62	4,95	4,39	4,58	3,22	2,35	3,11
CaO	4,07	3,86	5,1	5,39	4,1	13,7	5,56	3,09
Na ₂ O	3,45	3,38	3,6	3,15	4,06	1,57	2,69	3,29
K ₂ O	2,15	1,35	2,09	2,04	1,56	0,94	1,46	1,83
P ₂ O ₅	0,15	0,14	0,16	0,14	0,13	0,11	0,11	0,13
ппп	2,69	2,37	1,29	1,23	2,81	11,1	3,44	3,14
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100
Микроэлементы, в г/т								
La	–	–	–	–	–	–	–	–
Ce	–	–	–	–	–	–	–	–
Pr	–	–	–	–	–	–	–	–
Nd	–	–	–	–	–	–	–	–
Sm	–	–	–	–	–	–	–	–
Eu	–	–	–	–	–	–	–	–
Gd	–	–	–	–	–	–	–	–
Tb	–	–	–	–	–	–	–	–
Dy	–	–	–	–	–	–	–	–
Ho	–	–	–	–	–	–	–	–
Er	–	–	–	–	–	–	–	–
Tm	–	–	–	–	–	–	–	–
Yb	–	–	–	–	–	–	–	–
Lu	–	–	–	–	–	–	–	–
Cr	–	–	–	–	–	–	–	–
Cu	–	–	–	–	–	–	–	–
Ga	–	–	–	–	–	–	–	–
Ge	–	–	–	–	–	–	–	–
Rb	–	–	–	–	–	–	–	–
Sr	–	–	–	–	–	–	–	–
Y	–	–	–	–	–	–	–	–
Zr	–	–	–	–	–	–	–	–
Nb	–	–	–	–	–	–	–	–
Ba	–	–	–	–	–	–	–	–
Hf	–	–	–	–	–	–	–	–
Ta	–	–	–	–	–	–	–	–

Свита	Виленгская				Ветреного пояса			
№ п/п	57	58	59	60	61	62	63	64
Номер пробы	7-30,5	7-48	7-36,5	7-84,7	1291	865	866	867
SiO ₂	57	57,9	57,9	58,5	48,6	50,4	49,4	49,9
Al ₂ O ₃	18,8	19,1	18,9	19,9	11,1	10,7	10,9	11
TiO ₂	1,09	1,09	1,09	1,18	0,65	0,57	0,6	0,61
Fe ₂ O ₃	8,28	7,34	7,24	6,52	11,1	10,6	10,9	11,1
MnO	0,069	0,065	0,07	0,058	0,18	0,18	0,17	0,18
MgO	3,51	3,27	3,27	2,65	14	13,9	13,8	14
CaO	3,54	3,6	3,91	3,13	9,76	9,37	9,15	8,79
Na ₂ O	2,53	2,49	3,1	2,48	1,27	1,45	2,29	1,61
K ₂ O	1,58	1,82	1,42	2,26	0,23	0,45	0,44	0,32
P ₂ O ₅	0,14	0,11	0,11	0,11	0,025	0,067	0,071	0,068
ппп	3,4	3,31	2,93	3,17	2,89	2,23	2,15	2,56
Сумма	100	100	100	100	99,81	99,92	99,87	100,14
Микроэлементы, в г/т								
La	–	–	–	–	4,54	5,91	6,01	6,09
Ce	–	–	–	–	10,5	12,8	13,4	13,8
Pr	–	–	–	–	1,51	1,78	1,64	1,7
Nd	–	–	–	–	7,45	6,78	7,1	7,64
Sm	–	–	–	–	1,62	1,43	1,68	1,74
Eu	–	–	–	–	0,58	0,5	0,51	0,59
Gd	–	–	–	–	2,04	1,53	1,59	1,75
Tb	–	–	–	–	0,37	0,27	0,26	0,27
Dy	–	–	–	–	2,3	1,67	1,8	1,89
Ho	–	–	–	–	0,5	0,35	0,36	0,4
Er	–	–	–	–	1,42	1,02	1,12	1,15
Tm	–	–	–	–	0,17	0,13	0,15	0,16
Yb	–	–	–	–	1,17	0,84	0,92	1,02
Lu	–	–	–	–	0,21	0,15	0,14	0,15
Cr	–	–	–	–	1170	986	1220	1060
Cu	–	–	–	–	26,4	–	–	–
Ga	–	–	–	–	11,1	9,63	10,9	10,2
Ge	–	–	–	–	0,96	1,33	1,32	1,49
Rb	–	–	–	–	2,89	9,17	10,2	7,39
Sr	–	–	–	–	214	167	132	134
Y	–	–	–	–	14,4	10,3	9,98	11
Zr	–	–	–	–	44,7	53,5	55,4	59,2
Nb	–	–	–	–	1,84	1,87	2,05	1,97
Ba	–	–	–	–	115	123	150	61
Hf	–	–	–	–	1,19	1,26	1,44	1,53
Ta	–	–	–	–	<0,1	0,11	0,16	0,13

Свита	Ветреного пояса							
№ п/п	65	66	67	68	69	70	71	72
Номер пробы	857	1270	49	456-2	246	61	1290	456-1
SiO ₂	49,6	49,4	47,5	49,9	49,2	48,4	48,6	51,2
Al ₂ O ₃	11,2	11,3	10,7	11,3	10,8	10,8	11	11,6
TiO ₂	0,58	0,63	0,57	0,58	0,6	0,57	0,63	0,6
Fe ₂ O ₃	11	11,2	11,6	10,5	10,9	11	11,6	11
MnO	0,18	0,19	0,18	0,17	0,17	0,17	0,2	0,18
MgO	14	13,9	16	13,2	14,4	15,4	13,6	12,9
CaO	8,48	8,02	8,06	10,4	9,06	8,27	10,3	9,05
Na ₂ O	1,69	1,89	1,34	1,12	1,68	1,59	0,52	1,4
K ₂ O	0,58	0,26	0,41	0,49	0,25	0,2	0,16	0,6
P ₂ O ₅	0,075	0,057	0,075	0,066	0,078	0,087	0,059	0,077
ппп	2,65	2,8	3,68	2,42	2,88	3,56	3,15	1,37
Сумма	100,04	99,65	100,12	100,15	100,02	100,05	99,82	99,98
Микроэлементы, в г/т								
La	6,32	6,34	6,59	6,64	6,78	6,92	7,08	8,17
Ce	13,4	13,5	13,4	14,4	14	15,4	14,2	17,2
Pr	1,73	1,61	1,72	1,94	1,69	1,91	1,83	2,27
Nd	7,08	6,86	7,93	7,86	7,38	8,2	7,4	8,52
Sm	1,61	1,43	1,45	2	1,63	1,6	1,62	2,18
Eu	0,43	0,48	0,45	0,69	0,6	0,69	0,64	0,58
Gd	1,65	1,84	1,86	2,18	1,74	1,86	1,89	1,87
Tb	0,3	0,28	0,29	0,38	0,27	0,32	0,34	0,28
Dy	1,84	1,65	1,75	2,43	1,82	1,94	2,37	1,94
Ho	0,37	0,34	0,32	0,52	0,39	0,42	0,47	0,4
Er	0,99	1,07	0,9	1,41	1,04	1,06	1,05	1,15
Tm	0,13	0,16	0,14	0,2	0,16	0,17	0,16	0,16
Yb	1,07	0,96	0,93	1,21	1,04	1,19	1,07	1,07
Lu	0,19	0,13	0,12	0,2	0,15	0,18	0,18	0,16
Cr	991	1060	1250	943	945	1150	1220	1070
Cu	–	24,1	–	–	–	–	54,7	–
Ga	10,4	10,4	10,5	11,8	10	11,6	13,2	11,2
Ge	1,45	0,76	1,08	1,73	1,34	1,43	1,27	1,45
Rb	9,24	3,98	6,74	8,32	3,8	3,67	3,52	11
Sr	98,1	103	121	167	183	194	144	139
Y	10,4	11,3	9,08	14,4	10	11,4	13,1	11,1
Zr	55,3	45,7	56	52,5	56,4	57,3	43	62,3
Nb	1,94	1,88	1,92	2,73	1,85	1,82	1,76	2,2
Ba	203	153	248	205	96,1	73,3	92,7	174
Hf	1,58	1,31	1,33	1,25	1,41	1,46	1,18	1,53
Ta	0,13	0,13	0,13	0,14	0,1	0,13	0,12	0,17

Свита	Ветреного пояса									
	№ п/п	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Номер пробы	861	1276	1100	1286	252	1101	1280	1282	1275	
SiO ₂	48,3	51,7	51	50,9	49,4	50,7	50,7	50,3	53,6	
Al ₂ O ₃	10,9	13,7	11,3	11,5	11,1	11,3	10,7	11,7	14,5	
TiO ₂	0,57	0,74	0,64	0,7	0,56	0,64	0,67	0,65	0,85	
Fe ₂ O ₃	11,3	11	11,1	11	10,7	10,8	10,6	10,8	10,4	
MnO	0,17	0,18	0,25	0,17	0,17	0,2	0,17	0,19	0,17	
MgO	15,3	8,71	13,1	12,9	14,6	12,9	13,6	13,7	6,67	
CaO	7,56	9,7	8,8	7,49	8,52	9,14	9,12	8,19	9,86	
Na ₂ O	1,81	2,36	1,5	1,32	2	1,67	1,11	1,61	2,02	
K ₂ O	0,15	0,45	0,53	0,67	0,1	0,54	0,59	0,57	0,74	
P ₂ O ₅	0,085	0,082	0,074	0,055	0,064	0,073	0,088	0,095	0,099	
ппп	3,48	1,19	1,54	3,23	2,9	1,74	2,58	2,16	0,92	
Сумма	99,63	99,81	99,83	99,94	100,11	99,7	99,93	99,97	99,83	
Микроэлементы, в г/т										
La	8,22	8,47	8,89	8,93	9,15	9,37	10,1	10,8	14,3	
Ce	17	18,7	18,8	17,1	18,8	18,9	18,7	21,2	27,7	
Pr	2,19	2,31	2,4	2,31	2,27	2,43	2,14	2,88	3,74	
Nd	8,86	9,13	11,1	9,97	10,3	10,8	9,84	11,65	14,3	
Sm	1,93	2,06	1,87	1,48	2,39	2,5	1,98	2,13	3,27	
Eu	0,61	0,74	0,65	0,48	0,77	0,6	0,66	0,77	1,16	
Gd	1,78	1,94	2,12	2,02	1,99	2,1	1,73	2,26	2,84	
Tb	0,28	0,36	0,34	0,33	0,29	0,39	0,31	0,35	0,46	
Dy	1,8	2,44	2,19	2,21	1,79	2,27	1,94	2,17	3,12	
Ho	0,33	0,52	0,44	0,45	0,34	0,49	0,38	0,44	0,65	
Er	0,86	1,3	1,13	1,21	1	1,36	1,01	1,14	1,63	
Tm	0,12	0,18	0,18	0,17	0,15	0,19	0,15	0,17	0,22	
Yb	0,88	1,19	1,27	1,17	0,84	1,11	1,22	1,25	1,52	
Lu	0,15	0,2	0,2	0,22	0,14	0,2	0,21	0,21	0,27	
Cr	1150	541	1030	1050	963	932	1270	1170	250	
Cu	–	33,7	42,5	16,1	–	37,2	34,6	45,8	53,7	
Ga	10,1	13,7	12,3	12,4	9,85	13,9	14,1	13,7	18,6	
Ge	1,18	0,65	1,1	0,84	1,25	0,78	2,45	0,45	0,94	
Rb	2,67	7,36	13	13,9	<2	10,9	16,6	13,3	19,7	
Sr	124	196	176	117	205	181	155	265	219	
Y	9,62	13,1	13,8	12,5	9,96	14,3	12,3	12,7	15,9	
Zr	57,1	48,6	54	61,7	54,8	56,9	55,3	63,6	67,9	
Nb	1,9	2,39	2,2	2,54	1,7	2,34	2,69	2,28	3,46	
Ba	36,9	141	211	229	24,5	215	277	272	270	
Hf	1,48	1,21	1,56	1,91	1,39	1,8	1,44	1,67	1,69	
Ta	0,12	0,18	0,19	0,15	0,12	0,19	0,13	0,17	0,26	

Петрогеохимическая характеристика магматических образований

Формация	Габбро-лейкогаббровая комплекса Ветреного пояса							
	№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
Номер пробы	2810	ШС-4-43	1023	1022-3	1230	1204	2411	1022-1
SiO ₂	50,7	42,1	43,2	43,5	51,6	47	51,4	50,7
Al ₂ O ₃	16,6	6	5,9	5,81	15,7	8,56	14,4	6,74
TiO ₂	0,38	0,44	0,41	0,38	0,39	0,4	0,57	0,47
FeO _(tot)	6,75	11,8	14	12,7	8,08	10,2	8,45	9,35
MnO	0,14	0,16	0,28	0,28	0,17	0,21	0,16	0,18
MgO	8,68	24,7	24,6	24,4	8,22	20	9,28	17,6
CaO	12,5	6,87	5,04	6,46	10,9	6,35	11,4	11,5
Na ₂ O	1,7	0,88	0,15	0,05	2,48	1,39	2,08	1,15
K ₂ O	0,55	0,1	0,07	0,07	0,59	0,07	0,46	0,24
P ₂ O ₅	0,06	0,03	0,03	0,12	0,03	0,06	0,06	0,03
ппп	2,05	6,41	5,9	5,65	1,91	5,36	1,86	1,22
Сумма	100,11	99,49	99,57	99,42	100,07	99,59	100,12	99,18
Микроэлементы, в г/т								
La	5,14	2,65	5,69	5,91	7,51	7,05	5,37	2,74
Ce	10,6	6,73	12,5	12,2	14,9	12,8	11,5	7,37
Pr	1,3	0,93	1,46	1,46	1,8	1,55	1,44	0,95
Nd	5,35	4,31	6,04	6,45	6,83	7,11	6,38	5,57
Sm	1,21	1,05	1,24	1,12	1,44	1,66	1,52	1
Eu	0,44	0,29	0,45	0,35	0,57	0,46	0,49	0,27
Gd	1,25	1,23	1,39	1,35	1,48	1,54	1,57	1,27
Tb	0,2	0,2	0,2	0,22	0,24	0,25	0,26	0,21
Dy	1,29	1,27	1,26	1,11	1,47	1,35	1,73	1,55
Ho	0,25	0,28	0,22	0,22	0,25	0,28	0,35	0,34
Er	0,71	0,79	0,62	0,58	0,69	0,86	1	0,98
Tm	0,1	0,11	0,08	0,08	0,09	0,11	0,14	0,11
Yb	0,68	0,76	0,58	0,57	0,75	0,71	0,99	0,83
Lu	0,11	0,1	0,09	0,09	0,12	0,08	0,16	0,13
Cr	–	–	2100	1760	77	1820	–	2130
Cu	–	–	5,95	44,8	14,3	20,5	–	20,1
Ga	11,1	6,13	8,47	7,31	17,9	9,98	10,4	7,87
Ge	–	–	1,98	0,9	0,93	0,55	–	1,42
Rb	10,6	< 2	< 2	< 2	12,1	< 2	12,3	4,59
Sr	209	80,2	124	101	317	145	129	81,1
Y	6,73	7,05	7,42	7,7	8,4	9,28	9,31	9,9
Zr	27,3	27,1	35,5	38,7	32,9	51,1	36,4	40,3
Nb	1,41	1,45	1,85	1,56	1,49	2,43	1,95	1,7
Ba	189	14,3	48	51,7	240	74	134	73,5
Hf	0,84	0,82	0,88	1,01	0,62	1,38	1,03	1,02
Ta	< 0,1	0,1	0,11	0,1	0,11	0,2	0,13	0,12
Th	0,76	0,55	0,86	1,36	0,99	1,69	0,99	1,1
U	0,16	0,17	1,28	0,27	0,28	0,31	0,21	< 0,1

Формация	Габбро-лейкогаббровая комплекса Ветреного пояса							
№ п/п	9	10	11	12	13	14	15	16
Номер пробы	2627	1206	2640	ШС-2-83,2	1238	1043	1039	1853
SiO ₂	53,2	52	51,3	49,2	52,8	53,7	46,7	52,1
Al ₂ O ₃	16,1	8,53	13,5	14,3	14,7	7,11	14,3	15,7
TiO ₂	0,51	0,51	0,63	0,62	0,64	0,55	0,88	0,72
FeO _(tot)	7,8	9,15	9,84	9,35	9,29	5,13	12,3	9,25
MnO	0,15	0,17	0,23	0,14	0,17	0,19	0,17	0,2
MgO	6,64	14,1	8,67	10,1	7,25	14,7	10,7	6,35
CaO	10,3	12,6	11,7	9,86	10,5	12,4	9,53	10,9
Na ₂ O	2,32	0,94	2,05	2,69	1,85	2	1,83	1,95
K ₂ O	1,07	0,35	0,29	0,95	0,55	0,39	0,38	0,91
P ₂ O ₅	0,09	0,03	0,07	0,07	0,08	0,26	0,15	0,1
ппп	1,89	1,26	1,77	2,7	2,02	3,56	2,91	1,82
Сумма	100,07	99,64	100,05	99,98	99,85	99,99	99,85	100
Микроэлементы, в г/т								
La	10,4	8,34	7,09	6,3	10,2	6,09	11,2	11
Ce	20,9	15,5	14,8	12,3	20,3	16	24	20,1
Pr	2,53	1,99	1,85	1,6	2,56	1,7	3,01	2,54
Nd	10,2	7,74	7,78	6,81	11,6	7,86	12,4	11,3
Sm	1,94	2,02	1,92	1,68	1,95	2,12	2,89	2,29
Eu	0,65	0,66	0,54	0,71	0,8	0,61	0,71	0,84
Gd	2	1,75	2,03	1,83	1,87	2,64	2,86	2,69
Tb	0,28	0,33	0,31	0,3	0,34	0,45	0,42	0,47
Dy	1,79	1,99	2,04	1,94	2,21	2,25	2,32	2,34
Ho	0,37	0,35	0,42	0,41	0,46	0,4	0,44	0,45
Er	1,04	1,01	1,17	1,17	1,26	1,43	1,37	1,49
Tm	0,14	0,12	0,16	0,16	0,16	0,15	0,19	0,22
Yb	1	1,1	1,16	1,15	1,02	0,86	1,28	1,27
Lu	0,16	0,18	0,17	0,17	0,18	0,08	0,17	0,18
Cr	–	1820	–	–	75	88,2	379	59
Cu	–	14,8	–	–	51,5	5,69	18,7	26,4
Ga	13,7	12,4	10,9	12	15,5	7,59	15,5	19,2
Ge	–	0,98	–	–	1,08	1,06	1,21	1,16
Rb	25,8	8,87	7,26	28,3	11,3	6,05	6,9	21,5
Sr	307	196	135	488	223	131	244	290
Y	9,92	10,1	11	11	12,7	13,1	13,7	13,8
Zr	42,4	40	36,9	34,1	49,1	90	91,2	61
Nb	2,32	2,03	2,3	1,62	2,3	4,52	6,29	3,26
Ba	304	166	82,8	320	208	403	173	453
Hf	1,31	0,83	1,19	1,02	1,37	2,55	2,01	1,59
Ta	0,16	0,16	0,14	0,11	0,13	0,44	0,37	0,25
Th	1,88	1,13	1,2	0,66	1,58	4,42	0,81	1,79
U	0,43	0,25	0,27	0,16	0,52	0,64	0,15	0,22

Формация	Габбро-лейкогаббровая комплекса Ветреного пояса							
№ п/п	17	18	19	20	21	22	23	24
Номер пробы	2206	2807	1859	1844	1024-1	2201	1042	2202
SiO ₂	49,8	52	51,8	51,3	56,4	48,2	44,9	50,8
Al ₂ O ₃	13,7	15,2	15,2	14,2	18,9	14,4	12,5	15,3
TiO ₂	1,29	0,81	0,72	0,64	1,17	1,73	1,44	1,8
FeO _(tot)	16,6	10,2	9,56	8,94	6,05	12,9	15,8	10,7
MnO	0,24	0,22	2,02	0,69	0,17	0,13	0,21	0,14
MgO	6,6	7,47	5,59	8,86	5,13	6,01	11,5	4,58
CaO	6,24	10,4	9,8	10,5	2,14	5,45	8,58	5,34
Na ₂ O	1,48	2,13	2,01	1,63	7,23	3,43	1,63	4,36
K ₂ O	0,56	0,52	0,76	0,65	0,37	0,27	0,18	0,29
P ₂ O ₅	0,2	0,11	0,09	0,07	0,14	0,42	0,13	0,45
ппп	3,38	0,91	2,49	2,53	2,24	7,07	2,76	6,36
Сумма	100,09	99,97	100,04	100,01	99,94	100,01	99,63	100,12
Микроэлементы, в г/т								
La	8,95	9,8	12,8	8,38	27,5	19,1	6,4	26,2
Ce	20,4	20,9	27,1	16,7	60,8	40,8	15,7	56,4
Pr	2,7	2,67	3,31	2,36	6,98	5	2,22	6,75
Nd	11,9	11,3	13,4	10,9	32,5	20,2	10,44	27,3
Sm	2,6	2,46	2,58	2,15	4,44	3,95	2,31	5,14
Eu	1,03	0,78	0,93	0,65	1,46	0,93	0,74	1,38
Gd	2,62	2,55	2,69	2,38	4,03	3,48	2,7	4,42
Tb	0,4	0,4	0,41	0,44	0,54	0,48	0,43	0,62
Dy	2,62	2,58	2,68	2,47	3,21	2,95	2,44	3,7
Ho	0,54	0,54	0,5	0,56	0,57	0,58	0,49	0,73
Er	1,55	1,55	1,36	1,59	1,72	1,71	1,39	1,93
Tm	0,21	0,23	0,2	0,22	0,19	0,23	0,22	0,26
Yb	1,46	1,54	1,24	1,19	1,57	1,57	1,31	1,76
Lu	0,21	0,24	0,18	0,19	0,3	0,24	0,2	0,25
Cr	–	–	31,3	476	468	–	360	–
Cu	–	–	31,8	32,8	59,7	–	38	–
Ga	13	13	17,7	14,4	17,2	15,7	12	15,4
Ge	–	–	1,19	1,41	0,96	–	1,3	–
Rb	12,6	11,4	23,3	14,2	13,1	4,15	3,02	2,86
Sr	268	193	268	224	318	179	288	205
Y	14	14,5	14,8	15	15,5	15,5	17,4	18,2
Zr	48,1	54,7	69,5	63,6	117	137	66,6	151
Nb	4,32	2,76	3,16	2,6	6,5	12,3	3,87	14,3
Ba	405	103	565	581	165	103	72,6	118
Hf	1,3	1,62	1,69	1,45	3,07	3,32	1,63	3,77
Ta	0,24	0,17	0,24	0,22	0,5	0,67	0,27	0,76
Th	0,41	1,07	2,22	1,47	5,12	1,53	0,44	1,79
U	0,14	0,22	0,33	0,24	0,59	0,25	< 0,1	0,33

Формация	Габбро-лейкогаббровая комплекса Ветреного пояса							
№ п/п	24	25	26	27	28	29	30	31
Номер пробы	2202	2209	1027	1232	2208	1024-2	1040	2214
SiO ₂	50,8	48,4	57,2	45,5	45,1	50,5	56,2	57,2
Al ₂ O ₃	15,3	14,2	20,8	15,6	14,5	13,3	12,1	14,4
TiO ₂	1,8	1,97	1,22	1,78	2,1	2,14	0,98	2,32
FeO _(tot)	10,7	14,9	9	15,4	17,6	15,9	7,91	12,9
MnO	0,14	0,33	0,08	0,19	0,24	0,21	0,14	0,12
MgO	4,58	5,64	2,92	7,08	6,48	4,78	8,49	3,82
CaO	5,34	8,51	2,4	8,85	7,19	8,21	8,98	1,08
Na ₂ O	4,36	3,88	0,61	1,92	2,76	3,24	3,85	2,93
K ₂ O	0,29	0,69	2,23	0,61	1,72	0,83	0,23	1,34
P ₂ O ₅	0,45	0,27	0,19	0,23	0,32	0,19	0,2	0,5
ппп	6,36	1,28	3,29	2,79	2,1	0,7	0,88	3,45
Сумма	100,12	100,07	99,94	99,95	100,11	100	99,96	100,06
Микроэлементы, в г/т								
La	26,2	12,7	27,1	11,6	16,6	10,2	42,3	–
Ce	56,4	29,2	58,9	27,1	37,2	27	90,3	–
Pr	6,75	3,7	7,73	3,32	4,87	3,31	12	–
Nd	27,3	15,6	32,1	16,9	21,3	17,2	50,9	–
Sm	5,14	3,61	5,05	3,46	4,64	4,25	8,01	–
Eu	1,38	1,09	0,99	1,24	1,38	1,51	1,26	–
Gd	4,42	3,46	4,73	3,28	4,52	5,13	9,31	–
Tb	0,62	0,55	0,68	0,54	0,7	1,1	1,38	–
Dy	3,7	3,36	4,22	3,48	4,28	7,76	7,32	–
Ho	0,73	0,71	0,82	0,74	0,87	1,66	1,56	–
Er	1,93	1,97	2,15	2,06	2,35	4,47	4,86	–
Tm	0,26	0,28	0,36	0,26	0,33	0,59	0,7	–
Yb	1,76	1,93	2,33	1,71	2,22	4,19	3,61	–
Lu	0,25	0,28	0,4	0,28	0,33	0,79	0,67	–
Cr	–	–	230	168	–	104	39,7	–
Cu	–	–	6,57	75,1	–	49,8	21,2	–
Ga	15,4	15,2	24,4	17	16,1	20,2	8,15	–
Ge	–	–	2,28	1,01	–	1,85	0,91	–
Rb	2,86	16	99	21,8	47	21,6	3,29	–
Sr	205	165	171	385	258	180	363	–
Y	18,2	18,6	21,1	21,4	22,8	41,7	49,4	–
Zr	151	101	148	80,9	89,8	134	417	–
Nb	14,3	8,97	7,4	5,82	8,13	13	19,1	–
Ba	118	156	538	207	512	213	83,8	–
Hf	3,77	2,52	4,68	2,14	2,41	4,12	11	–
Ta	0,76	0,48	0,62	0,37	0,43	0,86	1,6	–
Th	1,79	0,74	8,39	0,49	0,76	4,22	4,93	–
U	0,33	0,24	2,25	0,21	0,21	0,7	0,66	–

Формация	Габбро-лейкогаббровая комплекса Ветреного пояса			Перидотит-пироксенитовая комплекса Ветреного пояса					
	№ п/п	32	33	34	35	36	37	38	39
Номер пробы	2211	2210	1038	2632	900	1214-1	ШС-5-43,1	1829	
SiO ₂	45,3	45,9	48,3	36,7	39,9	36,4	38,3	39	
Al ₂ O ₃	15	14,4	13,3	2,9	3,93	2,49	3,76	3,8	
TiO ₂	1,45	1,32	0,73	0,21	0,19	0,19	0,23	0,23	
FeO _(tot)	12,5	14,1	13	12,3	11,1	14,1	14	14,7	
MnO	0,59	0,32	0,18	0,23	0,17	0,22	0,3	0,22	
MgO	6,59	9,31	9,86	34,2	31,1	33,5	29,2	28	
CaO	6,67	8,72	9,67	0,49	2,75	1,37	3,53	2,67	
Na ₂ O	2,39	2,05	2,11	0,11	0,05	0,05	0,52	0,05	
K ₂ O	0,89	0,59	0,32	0,1	0,02	0,05	0,07	0,09	
P ₂ O ₅	0,39	0,32	0,12	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
ппп	8,21	2,89	2,38	11,7	9,92	10,3	9,5	10,3	
Сумма	99,98	99,92	99,97	98,96	99,15	98,69	99,43	99,08	
Микроэлементы, в г/т									
La	–	–	–	1,56	2,21	2	1,77	2,05	
Ce	–	–	–	3,55	4,39	3,97	3,75	4,39	
Pr	–	–	–	0,46	0,53	0,46	0,45	0,58	
Nd	–	–	–	1,88	2,34	2,03	1,97	2,75	
Sm	–	–	–	0,49	0,44	0,5	0,47	0,6	
Eu	–	–	–	0,15	0,15	0,12	0,13	0,14	
Gd	–	–	–	0,52	0,51	0,57	0,56	0,62	
Tb	–	–	–	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	
Dy	–	–	–	0,55	0,49	0,55	0,63	0,5	
Ho	–	–	–	0,11	0,1	0,08	0,13	0,09	
Er	–	–	–	0,29	0,3	0,22	0,37	0,24	
Tm	–	–	–	0,04	0,05	0,03	0,06	0,03	
Yb	–	–	–	0,28	0,28	0,18	0,37	0,17	
Lu	–	–	–	0,05	0,05	–	0,05	0,01	
Cr	–	–	–	–	4050	3330	–	2890	
Cu	–	–	–	–	–	23	–	14,2	
Ga	–	–	–	3,21	4,16	4,55	3,82	4,96	
Ge	–	–	–	–	0,98	0,78	–	0,85	
Rb	–	–	–	< 2	< 2	< 2	< 2	3,58	
Sr	–	–	–	11,2	16,4	17,1	25,8	48,3	
Y	–	–	–	2,74	3,09	3,53	3,57	4,03	
Zr	–	–	–	13,2	27,9	19,4	12,1	28,2	
Nb	–	–	–	< 0,5	0,78	0,61	0,57	0,67	
Ba	–	–	–	20,3	6,98	47,2	8,89	76,8	
Hf	–	–	–	0,36	0,65	0,6	0,34	0,66	
Ta	–	–	–	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Th	–	–	–	0,22	0,29	0,2	0,4	0,37	
U	–	–	–	1,74	< 0,1	0,19	0,15	0,15	

Формация	Перидотит-пироксенитовая комплекса Ветреного пояса								
№ п/п	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Номер пробы	1227	ШС-4-29	ШС-4-35,6	1221	ШС-5-60,8	1035	ШС-4-21	ШС-2-63с	ШС-5-30,9
SiO ₂	38,2	39,3	40,4	36,8	38,9	37,5	38,5	48,6	46,7
Al ₂ O ₃	3,4	4,24	4,84	3,05	3,4	3,06	4,14	4,47	4,4
TiO ₂	0,22	0,31	0,33	0,22	0,33	0,22	0,28	0,34	0,32
FeO _(tot)	12,9	12,3	12,3	13,8	14,8	14,1	12,2	10,3	10,7
MnO	0,19	0,17	0,18	0,23	0,24	0,19	0,18	0,08	0,19
MgO	32,4	29,7	28,2	33,7	29,2	32,4	29,9	24,3	22,7
CaO	1,44	3,83	4,49	1,34	2,8	2,16	4,19	5,51	9,38
Na ₂ O	0,05	0,49	0,62	0,05	0,44	0,05	0,44	0,64	0,83
K ₂ O	0,07	0,14	0,07	0,04	0,09	0,1	0,07	0,07	0,08
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
ппп	10	8,96	7,96	9,85	9,28	9,54	9,41	5,05	4,33
Сумма	98,9	99,47	99,41	99,11	99,51	99,34	99,34	99,38	99,65
Микроэлементы, в г/т									
La	2,07	2,49	2,14	–	3,21	2,97	2,61	2,02	2,2
Ce	4,42	5,36	4,89	–	6,41	6,07	5,64	3,82	5,19
Pr	0,56	0,7	0,63	–	0,8	0,75	0,74	0,5	0,64
Nd	2,48	2,99	2,74	–	3,3	3,16	3,07	2,31	3,04
Sm	0,49	0,74	0,68	–	0,75	0,64	0,74	0,69	0,77
Eu	0,18	0,2	0,18	–	0,19	0,2	0,24	0,05	0,2
Gd	0,66	0,79	0,75	–	0,82	0,91	0,86	0,92	0,87
Tb	0,08	0,12	0,13	–	0,13	0,12	0,14	0,16	0,16
Dy	0,48	0,76	0,79	–	0,79	0,62	0,9	0,98	0,93
Ho	0,09	0,16	0,16	–	0,17	0,12	0,18	0,2	0,22
Er	0,24	0,44	0,47	–	0,48	0,32	0,52	0,55	0,6
Tm	0,03	0,06	0,07	–	0,06	0,05	0,08	0,07	0,09
Yb	0,22	0,41	0,46	–	0,46	0,26	0,51	0,49	0,58
Lu	–	0,07	0,07	–	0,07	0,03	0,07	0,08	0,09
Cr	3270	–	–	3550	–	2490	–	–	–
Cu	20,7	–	–	23,7	–	13,9	–	–	–
Ga	5,4	4,25	4,94	4,48	3,78	4,92	4,59	4,28	4,42
Ge	0,73	–	–	1,68	–	0,9	–	–	–
Rb	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	3,62	< 2	< 2	< 2
Sr	17,9	27,4	41,9	15,5	28	29,7	28,4	6,94	35,6
Y	4,06	4,15	4,36	4,37	4,46	4,54	4,86	5,19	5,57
Zr	19,5	18,6	19,8	20,6	20,3	25,2	17,9	16,7	15,7
Nb	0,69	0,93	1,05	0,77	1,05	0,95	0,82	0,89	0,7
Ba	39,7	5,82	43,8	38,3	12,8	63,5	5,16	4,77	6,46
Hf	0,53	0,54	0,57	0,67	0,58	0,61	0,5	0,49	0,45
Ta	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Th	0,33	0,4	0,41	0,31	0,42	0,46	0,39	0,28	0,37
U	< 0,1	0,11	0,12	0,43	0,16	0,1	0,12	0,65	2,2

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Геологическая изученность	5
Стратиграфия	14
Метаморфические и интрузивные образования	34
Тектоника	42
История геологического развития	46
Геоморфология	49
Полезные ископаемые	53
Закономерности размещения полезных ископаемых и оценка перспектив района	57
Гидрогеология	60
Эколого-геологическая обстановка	68
Заключение	72
Список литературы	74
<i>Приложение 1.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте четвертичных отложений листа Р-37-IX Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000	78
<i>Приложение 2.</i> Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых, первичных геохимических ореолов (ПГХО), вторичных геохимических ореолов (ВГХО), показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения и карте четвертичных образований листа Р-37-IX Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000	79
<i>Приложение 3.</i> Общая оценка минерально-сырьевого потенциала минерагенических подразделений	82
<i>Приложение 4.</i> Сводная таблица прогнозных ресурсов полезных ископаемых	83
<i>Приложение 5.</i> Таблица впервые выделенных или переоцененных прогнозируемых объектов полезных ископаемых и их прогнозных ресурсов	84
<i>Приложение 6.</i> Список скважин, показанных на геологической карте дочетвертичных образований	85
<i>Приложение 7.</i> Список скважин, показанных на геологической карте четвертичных образований	86
<i>Приложение 8.</i> Петрогеохимическая характеристика стратифицированных образований	87
<i>Приложение 9.</i> Петрогеохимическая характеристика магматических образований	97

Электронное научное издание

Иванова Наталия Викторовна,
Гусев Артем Валерьевич,
Матреничев Анатолий Вячеславович
и др.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

масштаба 1 : 200 000

Издание второе

Серия Карельская

Лист Р-37-IX (Ундозеро)

Объяснительная записка

Редактор, корректор *А. А. Миндрик*
Технический редактор *О. Е. Степушко*
Компьютерная верстка *О. Е. Степушко*

Подписано к использованию 21.08.2023. Тираж 100 дисков. Объем 21 Мб
Заказ 42115100

Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ)
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74
Тел. 328-90-90 (доб. 23-23, 24-24). E-mail: izdatel@vsegei.ru

Записано на электронный носитель на Картографической фабрике ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72
Тел. 328-91-90, 321-81-53. E-mail: karta@vsegei.ru

ISBN 978-5-00193-413-4



9 785001 934134