

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

масштаба 1 : 200 000

Серия Карельская

Лист Р-37-ХV (Поча)

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-ХV (Поча)

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. Р-37-ХV (Поча). 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) (7 Мб). – Систем. требования: Windows; Acrobat Reader от 10.0; дисковод DVD-R. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-00193-418-9 (объясн. зап.). – ISBN 978-5-00193-419-6.

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. 27, табл. 2, список лит. 95 назв., прил. 8.

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 978-5-00193-418-9 (объясн. зап.)
ISBN 978-5-00193-419-6

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

ВВЕДЕНИЕ

Территория листа Р-37-ХV (Поча) расположена в Плесецком административном районе Архангельской области. Координаты объекта: 38°00'–39°00' в. д.; 62°00'–62°40' с. ш.

В орографическом отношении территория относится к центральной части Прионежской холмисто-грядовой равнины, абс. отм. которой равны от 72 до 230 м. Местность озерно-лесистая, сильно заболоченная. Рассматриваемая территория относится к бассейну р. Онега. Густота речной сети района составляет 0,3–0,38 км/км². Долины рек неширокие (0,2–0,5 км), глубина их вреза колеблется от 2 до 20 м. Многочисленные озера по большей части связаны между собой протоками и ручьями и образуют единую водную систему. Самое крупное оз. Кенозеро с абс. отм. 85,3 м относится к бассейну р. Онега. Распределение озер на площади неравномерное. Болота образуют моховые поля с вкраплениями небольших озер – ламбушек. Болотные массивы представлены эвтрофными, олиготрофными и мезотрофными типами. Местность вне дорог труднопроходима, а местами непроходима для всех видов транспорта.

Климат района умеренно континентальный. Средняя годовая температура воздуха – 3–3,6 °С. Абсолютный минимум –47 °С, абсолютный максимум +34 °С. Безморозный период – 105–110 дней. 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, толщина снежного покрова достигает 82 см. Устойчивый снежный покров держится 160 дней. 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.

На территории 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 труднопроезжие 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.

В пределы площади работ частично попадает территория Национального парка «Кенозерский», получивший в 2004 г. статус биосферного заповедника и включенный в Список Биосферных резерватов ЮНЕСКО. С 2014 г. он является кандидатом на включение в Список объектов Всемирного наследия.

Флора и фауна территории листа довольно разнообразная. Флора района насчитывает 640 видов высших сосудистых растений, 150 видов мхов, 131 вид лишайников, 163 вида грибов. Из фауны здесь встречаются 322 вида наземных позвоночных, в т. ч. 50 видов млекопитающих, 263 вида птиц, четыре вида рептилий, пять видов земноводных, а также 34 вида моллюсков и 162 вида насекомых. В водоемах обитает 28 видов рыб и два вида круглоротых, а 66 видов растений и животных, обитающих на территории листа, включены в Красные книги Российской Федерации и Архангельской области.

Район покрывают густые леса северо-таежной зоны, где преобладают смешанные по составу и сложные по строению древостои, в основном – сосновые и еловые насаждения, возраст которых не превышает 120 лет. В низинных, заболоченных местах сохранились фрагменты коренных, практически не затронутых хозяйственной деятельностью лесов, представленных

ельниками долгомошными и сосняками сфагновыми с возрастами деревьев, растущих там, от 160 до 350 лет. В подлеске широко распространены такие северо-таежные виды как черника, линнея северная, плаун годичный, хвощ лесной, кислица, майник двулистный, седмичник европейский. Встречается много европейских видов: купырь лесной, белокрыльник болотный, скерда болотная, манник складчатый. Наибольшее количество видов приходится на следующие семейства: сложноцветные, злаки, осоковые, розоцветные и норичниковые. В озерах встречаются редкие виды растений, занесенные в Красные книги Российской Федерации и Архангельской области: лобелия Дортмана, полушники озерный и тончайший, кувшинка четырехгранная и кубышка малая.

Из представителей орнитофауны на территории листа обитают тетерев, глухарь, рябчик, дятел, синица, снегирь, пищуха, белая куропатка, свиристель, воробей, а также, занесенные в Красную книгу, орлан-белохвост, скопа, беркут, бородачатая неясыть, серый журавль. На гнездовании обычны чернозобая гагара, большая поганка, кряква, чирок-свистун, свиязь, хохлатая чернеть, гоголь, сизая и обыкновенная чайки, речная крачка, из куликов – бекас, перевозчик, черныш. В небольшом числе гнездятся лебедь-кликун, большой крохаль, серошекая поганка, малая чайка, выпь и лысуха. Из группы водоплавающих птиц в этом районе чаще всего можно встретить крякву, серого гуся, сизую чайку, озерную чайку. В биотопах болот здесь сезонно обитают представители открытых ландшафтов – серый журавль, большой кроншнеп, погоньш, бекас, камышовка-барсучок, камышовая овсянка, турухтан, болотная сова, болотный лунь, тетерев. На островках леса среди болот гнездятся хищники: пустельга, чеглок, скопа, беркут.

Из млекопитающих тайги основное промысловое значение имеют лось, кабан, медведь, рысь, росомаха, волк, лисица, белка, куница, норка, речной бобр, выдра, ондатра, бурундук, заяц. Из мелких млекопитающих фоновыми видами являются рыжая полевка, темная полевка, обыкновенная бурозубка. В лесных биотопах наиболее многочисленны белка, заяц-беляк, куница; на лугах и вырубках – горностаи, лисица; на речках, ручьях и озерах – норка, выдра и бобр.

Ихтиофауна рек и озер представлена такими видами как густера, ерш, корюшка, лещ, налим, окунь, плотва, ряпушка, сиг, уклея, щука, язь. Круглоротые представлены двумя видами миног – ледовитоморской и сибирской. Архангельская область является самым западным регионом обитания хвостатого земноводного – сибирского углозуба. До масштабного проведения промышленного сплава леса, начавшегося в середине XX в., в оз. Кенозеро и р. Кена заходили на нерест нельма и семга.

Экономика района, кроме редких участков лесозаготовок, 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 [82]. 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-XVI; 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 электронного 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, И. Б. Колянова, А. В. Матреничев, А. А. Пестриков, С. Д. Шведов, М. Ю. Куратов, А. И. Колядина, Ю. П. Сорокина и др.

Авторы признательны Л. Р. Семеновой, И. А. Житниковой, 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 оснаженности 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).

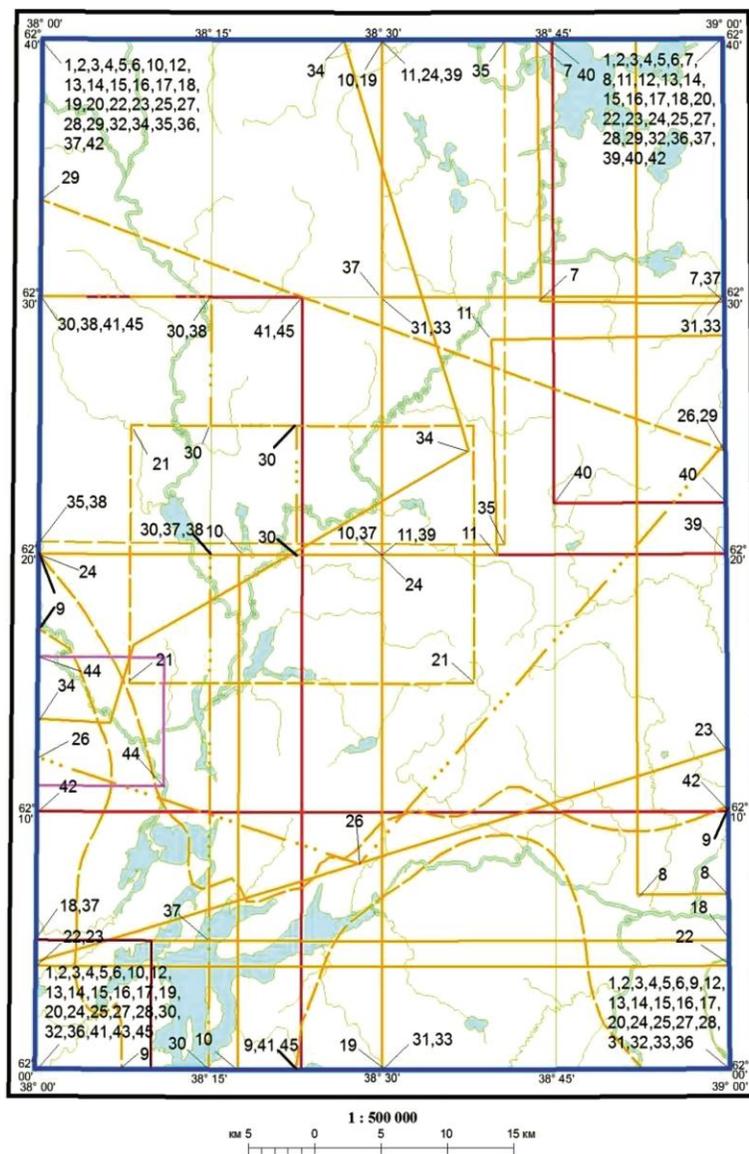
Значительный вклад в познание геологии района внесен работами Н. В. Альбова. В период с 1935 по 1940 г. была выполнена геологическая съемка всей территории Ветреного пояса и прилегающих площадей в масштабе 1 : 500 000. На составленной Н. В. Альбовым геологической карте масштаба 1 : 1 000 000 впервые была выделена структурная зона Ветреного пояса, зеленокаменных эффузивов и зеленых сланцев, плавно погружающихся на северо-восток и ориентировочно по меридиану р. Онега, перекрывающихся палеозойским чехлом Русской плиты [40].

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. 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.

В сводной работе Н. И. Апухтина сделан вывод о юго-восточном направлении движения ледника и выделены три фазы его отступления, которые фиксируются Кенозерской, Кожозерской и Онежской полосами холмисто-моренного рельефа и конечно-моренными грядами.

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; 81]. 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.



Контур и номер площади работ масштаба:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p> 1:500 000</p> <p>1. Сеницын А.В./ Ермолаева Л.А., 1979 г.
2. Увадьев Л.И./ Толстова Г.Д./ Васильев Д.Н., 1982 г.
3. Сеницын А.В./ Ермолаева Л.А., 1985 г.
4. Орлова Н.И., 1987 г.
5. Черепанов А.А./ Зоренко Т.Н./ и др., 1995 г.
6. Путинцева Е.Н./ Житникова И.А./ Полякова Е.И./ Жданова Л.А., 2007 г.</p> <p>1:200 000</p> <p>12. Кальберг Э.А./ Иванов С.А., 1966 г.
13. Кальберг Э.А./ Саар А.А./ Сапожникова О.П., 1972 г.
14. Мияскин С.В., 1973 г.
15. Пустоветов А.В./ Рачев Н.А., 1973 г.
16. Кальберг Э.А./ Разумовский О.О., 1975 г.
17. Дехтерев Г.Б./ Погожева В.С., 1975 г.
20. Патрикеев С.Б., 1982 г.
25. Токарский И.С./ Алексеев Н.Е./ Собикина Т.Е., 1985 г.
27. Ефремова Г.А./ Собикина Т.Е., 1985 г.
28. Ефремова Г.А./ Собикина Т.Е., 1988 г.
32. Анташук М.Г./ Серова О.Н., 1995 г.</p> <p>1:100 000</p> <p>36. Ерюхина Н.А./ Чертов В.Ф., 1995 г.</p> <p> 1:200 000</p> <p>7. Кондаин А.Г./ Кондаин О.А., 1952 г.
8. Архангельский Б.Н./ Ермолаев М.М./ Элькин О.Н., 1954 г.
10. Пекуров А.В./ Сиваев В.В., 1956 г.
11. Бойда Ш.А./ Экман И.М., 1957 г.
18. Пашкевич С.М./ Двойнишникова И.А., 1979 г.
19. Сеницын А.В., 1981 г.
22. Сошникова С.Н./ Ефременкова А.В., 1982 г.
23. Ефремова Г.А./ Собикина Т.Е., 1983 г.
24. Акаемов С.Т./ Бунеев В.Н., 1985 г.
31. Капишникова О.П./ Сидоров А.В./ Сомов Н.В., 1994 г.
33. Белов А.В./ Ключников В.И., 2007 г.
34. Полянина Е.С., 2009 г.</p> <p>1:50 000</p> <p>37. Иткин Б.З./ Обихвост В.А., 1973 г.
38. Кислов В.П., 1975 г.
39. Сомов Н.В./ Разумовский О.О., 1978 г.</p> | <p> 1:200 000</p> <p>9. Биске Г.С./ Судаков Ю.Б., 1956 г.
21. Сомов Н.В., 1982 г.
29. Бережной А.Т., 1992 г.
35. Ершов Л.А./ Боровикова С.С./ Главатских С.П./ Ефремова Г.А./ Черемхина Г.М., 2010 г.</p> <p> 1:200 000</p> <p>26. Петров Б.В./ Вишневская Ю.Е./ Супруненко Э.И., 1985 г.
30. Кислов В.П./ Журенко А.Н., 1994 г.</p> <p> 1:50 000</p> <p>40. Саркисян С.С., 1982 г.
41. Сомов Н.В., 1982 г.
42. Погорельский А.И./ Спицын А.В./ и др., 2000 г.</p> <p>1:10 000</p> <p>45. Каячев Н.Ф./ Ефремова Г.А./ Бортник С.Л., 1991 г.</p> <p> 1:25 000</p> <p>43. Каячев Н.Ф./ Гуляев Л.С., 1985 г.</p> <p> 1:10 000</p> <p>44. Каячев Н.Ф./ Главатских С.П., 1988 г.</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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.

После составления объяснительной записки к карте масштаба 1 : 1 000 000 начинается третий этап в изучении Ветреного пояса, который характеризуется интенсификацией геолого-геофизических исследований.

В 1962–1966 гг. Приозерной партией Плесецкой КГП ЦАГРЭ [61] на площади листа Р-37-ХV проведена комплексная геолого-гидрогеологическая съемка масштаба 1 : 200 000 и, частично, 1 : 50 000. По результатам работ составлен комплект карт геологического содержания, выявлены проявления бокситов, никеля, асбеста, меди, магнетита, флюсового сырья, строительных материалов.

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. Авторами в целом принято стратиграфическое деление отложений района, предложенное В. А. Перевозчиковой в 1968 г. Эффузивы региона А. В. Сеницыным разделены на базальт-андезит-липаритовую (нижний протерозой), щелочную оливин-базальтовую и трахибазальтовую (средний протерозой) формации. Основные и ультраосновные интрузии Ветреного пояса объединены в габбро-пироксенит-дунитовую формацию. В тектоническом плане синклиний рассматривается как совокупность блоковых структур протерозойского возраста, заключенных между архейскими Беломорским и Водлозерским блоками и отделенных от них глубинными разломами.

Большую работу по изучению стратиграфии, магматизма и металлогении Ветреного пояса в период с 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 1968–1990 гг. на территории Ветреного пояса интенсивно проводятся геолого-геофизические исследования как поискового направления, так и по геологическому картированию.

В 1968–1974 гг. Ундозерской партией Архангельского ТГУ [56] проведена геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 в районе рек Ундоша, Токша и Волошова, в результате которой в качестве перспективного для поисков медно-никелевого оруденения и асбеста рекомендован Токшинский участок.

В 1972–1974 гг. проведены тематические работы по оценке перспектив никеленосности центральной части Ветреного пояса, в результате которых в качестве первоочередных выделены Калгачинский, Монастырский, Винельский и Токшинский участки.

В 1975 г. для большей части территории составлена Схематическая аэрофотогеологическая карта масштаба 1 : 200 000 [49] 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 1974–1977 гг. на территории восточной части [78] Ветреного пояса проведена комплексная геохимическая съемка масштаба 1 : 100 000, выявившая многочисленные ореолы золота в шлихах и литохимических пробах донных осадков. Эти работы впервые установили широкую «зараженность» района золотом и позволили рассматривать его как потенциально золотоносную провинцию. По результатам этих работ уточнена металлогеническая специализация комплексов пород докембрия и геолого-структурное положение участков с аномально высокими

концентрациями элементов-индикаторов сульфидно-никелевого, колчеданно-полиметаллического и золотого оруденений.

В 1978 г. на территории восточной части Ветреного пояса проведена региональная геохимическая съемка масштаба 1 : 500 000 методом опробования донных осадков озер и малых водотоков, по результатам которой выделены площади и участки, рекомендованные для поисков сульфидно-никелевого, колчеданно-полиметаллического, хромитового, золото-сульфидно-кварцевого и уранового оруденений.

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

В 1979–1981 гг. в юго-восточной части Ветреного пояса в пределах юго-западного фланга Северо-Онежского бокситоносного района проведены общие поиски бокситов [92]. По результатам выполненных исследований уточнены особенности геологического строения площади. В отдельных случаях установлены и локализованы поисковые критерии и признаки прогнозируемых формационно-генетических типов оруденения: медно-никелевого, колчеданного. Даны рекомендации по дальнейшему проведению поисковых работ на бокситы и силикатный никель. Отрицательным моментом проведенных работ в силу объективных и субъективных причин было значительное отставание поисковых работ от геологосъемочных. В результате большинство выявленных поисковых признаков (геофизических и, особенно, геохимических) не были детализированы и не заверены буровыми работами, что отрицательно сказалось на результативности поисков. Таким образом, перспективы района на выявление золотого оруденения при проведении поисковых работ изучены не в достаточной степени.

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 [88].

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 [67; 71; 90].

В 1983 г. вышла в свет обобщающая работа крупного коллектива, состоящего из сотрудников ИГ Карельского филиала АН СССР, ПГО «Севзапгеология», ПГО «Архангельскгеология», ЦНИГРИ под названием «Земная кора и металлогения юго-восточной части Балтийского щита» под редакцией К. О. Кратца. В данной работе изложены результаты регионального металлогенического анализа по юго-восточной части Балтийского щита.

В 1989–1994 гг. О. П. Капишниковой проведен комплекс работ, включающий ГДП-50 (листы Р-37–66, 67-А, Б; 68-А) и ГК-200 (листы Р-37–54-В, Г; 55-В, Г; 56-В; 66; 67-А, Б; 68-А). В результате этих работ выявлено одно месторождение и девять проявлений палыгорскитовых глин. Подсчитаны прогнозные ресурсы карбонатного сырья. Дана отрицательная оценка площади на поиски бокситов и силикатного никеля.

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; 10; 11; 12; 15; 18; 25; 44; 49; 52–54; 62; 70; 74; 83; 88; 95].

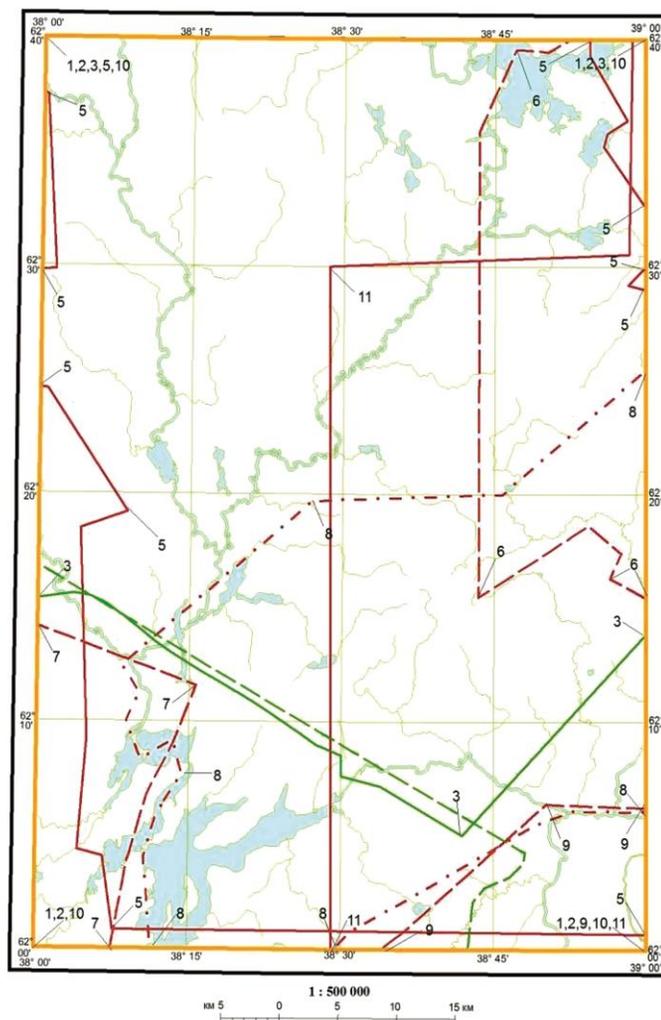
Неоценимый вклад в изучение структуры Ветреного пояса внесла работа «Подготовка геофизической и геохимической основ масштаба 1 : 200 000 с целью оценки ресурсного потенциала золота в пределах восточной части Балтийского щита (Архангельская область)», проведенная ЗАО «Архангельскгеолразведка» в 2007–2010 гг. [51]. По результатам этих работ выделен ряд перспективных площадей (участков) на обнаружение рудного золота с подсчитанными прогнозными ресурсами золота категории Р₃ по двум рудным узлам в количестве 120 т.

Шлихо-минералогические исследования восточной части Балтийского щита проводились в рамках общих поисков при производстве крупномасштабного геологического картирования [67; 71], поисковых работах на алмазы, золото [51] и тематических исследованиях [88] 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).



Контур и номер площади работ масштаба:

	1:200 000		1:25 000
1. Поротова Г.А., Суслеников В. В., Зильберман Р.С., 1960 г.		5. Вальков В.К., Сокол Р.С., Перфилов Р.Н., 1969 г.	
2. Зандер В.Н., Томашунас Ю.И., Бовкун Г.А., 1961 г.		11. Белов А.В., Бабаянц П.С. и др., 2008 г.	
10. Шилова Т.М., Зуйкова Ю.Л., 2001 г.		6. Каверзнева Н.А., Басалаев П.А., 1983 г.	
1:100 000		7. Каверзнева Н.А., Басалаев П.А., 1985 г.	
	3. Баженов Л.А., Лампсаков А.М., 1962 г.	9. Каверзнева Н.А. и др., 1988 г.	
	4. Тихомиров В.П., Лампсаков А.М., Баженов Л.А., 1962 г.	8. Каверзнева Н.А. и др., 1987 г.	

Рис. 2. Картограмма геофизической изученности аэромагнитными съемками.

Начало магнитометрических работ на территории листа Р-37-ХV было положено Западным геофизическим трестом (ЗГТ) в 1959 г. Проведенная Карельской аэрогеофизической партией съемка масштаба 1 : 200 000 покрывает северную часть листа и обрамления. По результатам работ были составлены карты графиков аномального магнитного поля (АМП) масштаба 1 : 25 000, а также карты графиков и изолиний масштабов 1 : 50 000, 1 : 200 000 и 1 : 500 000.

В 1960 г. ЗГТ была проведена съемка масштаба 1 : 200 000, полигон которой занимает южную часть рассматриваемой площади. Исследования проводились Центрально-Европейской экспедицией с целью изучения глубинного геологического строения Русской платформы и в помощь геологическому картированию. В результате интерпретации закартированных магнитных аномалий получены данные о строении и составе кристаллического фундамента. Работы увенчались составлением отчетных карт магнитных аномалий северной и восточной частей Русской платформы масштабов 1 : 200 000, 1 : 1 000 000 и 1 : 2 500 000.

Первые крупномасштабные исследования на рассматриваемой территории были начаты в 1961 г. Аэропоисковой партией № 30 Северной экспедиции. АМС масштаба 1 : 25 000 (в комплексе с аэрорадиометрической) перекрывает большую часть листа Р-37-ХV и его обрамления. Работа велась на малых высотах полета – 30–60 м. Материалы данной съемки лишь в незначительной степени использовались для геологических заключений и построений [46]. Это объяснялось, в первую очередь, некачественной обработкой и несоответствием масштабу. По АМС масштаба 1 : 25 000 была построена карта графиков магнитного поля масштаба 1 : 100 000 (только по каждому второму маршруту с вертикальным масштабом в 1 см 500 нТл), что не дало возможность в полной мере использовать геофизические материалы для геологических построений.

В следующем, 1962 г. Северная экспедиция продолжила крупномасштабные аэромагнитные исследования на описываемой площади. Съемка масштаба 1 : 25 000 проходила в комплексе с аэрорадиометрическими поисками. Полигон работ занимает юго-западное положение на рассматриваемой территории. Сведений о характере исследований и густоте в отчете нет. Результаты аэромагнитных работ на участке «Кенозеро» представлены в виде карт графиков (ΔT)_а в масштабе 1 : 100 000.

Практически вся территория листа Р-37-ХV была закрыта высокоточной аэрогеофизической съемкой в 1968 г. [46]. Она была выполнена в масштабе 1 : 25 000. Результаты съемки показали большую эффективность метода в решении задач геологического картирования. По результатам съемки составлены карты аномального поля (ΔT)_а в графиках и изолиниях в масштабе 1 : 50 000. Съемка 1969 г. [46], выполненная к северу от рассматриваемого листа, является непосредственным продолжением этих работ.

В 1970 г. усилиями специалистов ЗГТ была проведена АМС юго-западной части обрамления листа Р-37-ХV. Измерения магнитного поля велись феррозондовым магнитометром АММ-13, в результате работ построены карты АМП, выполненные в масштабе съемки (1 : 50 000).

После десятилетнего перерыва в освоении изучаемой территории последовала целая серия практически непрерывных крупномасштабных работ, выполненных ПГО «Севзапгеология», что было напрямую связано с возросшим поисковым интересом к структуре Ветреный пояс вследствие обнаружения сульфидного медно-никелевого и медно-колчеданного оруденения в Каменноозерской структурной зоне и Волошовского рудопроявления. Под руководством Н. А. Каверзневой и О. А. Кравченко в 1980 г. были проведены аэроэлектроразведочные съемочные работы масштаба 1 : 25 000 на Иксозерской площади. При составлении отчета были пересмотрены и обработаны результаты аэромагнитной съемки Восточно-Карельской аэрогеофизической партии ЗГТ 1968 г. [46], на основании чего были построены карты АМП в изолиниях масштаба 1 : 50 000, а также карты результатов аэроэлектромагнитной съемки в масштабе 1 : 50 000.

С 1981 по 1982 гг. Аэрогеофизической партией № 8 была проведена АМС масштаба 1 : 25 000 в северо-восточной части листа. Итогом проведенных исследований стало составление карт АМП (ΔT)_а масштаба 1 : 50 000.

В последующие два года (с 1983 по 1984 гг.) усилия тех же авторов были сосредоточены в юго-западной части нашего полигона, на Тамбичлахтинской площади юго-западной части структуры Ветреный пояс. По результатам работ были построены карты изодинам и графиков (ΔT)_а масштаба 1 : 25 000.

С 1985 по 1987 гг. аэромагнитные исследования ПГО «Севзапгеология» осуществлялись в центральной части территории (Костинская площадь) [60].

Те же авторы с 1986 по 1988 гг. провели аэромагнитную съемку масштаба 1 : 25 000 на Кенозерской площади Ветреного пояса. Характеристики съемки мало чем отличались от таковых на Костинской площади [60]. Съемка выполнена в помощь геологическому картированию и поискам объектов трубчатого типа. Составлены каталоги локальных аномалий, предположительно, от объектов трубчатого типа (90 аномалий). Выделено семь участков первой очереди для поисков объектов трубчатого типа и два участка для поисков силикатного и сульфидного никеля.

Участок юго-западного обрамления листа Р-37-ХV наиболее полно охвачен аэромагнитными съемками. С 1986 по 1990 гг. здесь была проведена комплексная (аэромагнитная и аэорадиометрическая) крупномасштабная съемка. По результатам съемки была построена карта $(\Delta T)_a$ 1 : 50 000 [47].

Применительно к прогнозно-поисковым работам на алмазы с 1988 по 1989 гг. партия № 6 аэрогеофизической экспедиции № 33 ПГО «Невскгеология» провела аэромагнитную, аэрогамма-спектрометрическую и аэроэлектроразведочную съемку масштаба 1 : 25 000 на восточном склоне Балтийского щита. По результатам съемки были составлены карты графиков и изолиний $(\Delta T)_a$ масштаба 1 : 50 000, карты изолиний $(\Delta T)_a$ масштаба 1 : 200 000, а также карты гамма-поля содержания урана, тория, калия масштаба 1 : 50 000.

С 1995 по 2000 г. Петербургская геофизическая экспедиция проводила тематические работы по составлению сводных аэрогеофизических карт на Ладожско-Онежскую площадь в масштабе 1 : 200 000 с целью создания цифровой геофизической основы для региональных геологосъемочных работ. Для осуществления поставленных задач была проведена аэромагнитная съемка масштаба 1 : 200 000 по региональной опорной сети. В результате работ составлена сводная карта $(\Delta T)_a$ на территорию Ладожско-Онежского региона, покрытую высокочастотными аэромагнитными съемками, построены карты $(\Delta T)_a$ в масштабах 1 : 200 000, 1 : 500 000 и 1 : 1 000 000, а также получена цифровая матрица аномального магнитного поля Ладожско-Онежского региона.

Последние на данный момент аэромагнитные исследования изучаемой территории были осуществлены ЗАО «ГНПП «Аэрогеофизика» в 2006–2007 гг. Они занимают восточную часть листа Р-37-ХV и все восточное обрамление планшета. Результаты съемки сохранены в цифровом виде (маршрутные и матричные данные), а также в форме цифровых и аналоговых карт $(\Delta T)_a$.

Изученность гравиметрическими съемками

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

Вся территория листа Р-37-ХV, а также подавляющая часть его обрамления закрыта мелко- и среднемасштабными гравиметрическими съемками. Первопроходцами в этой области были специалисты ЗГТ, осуществившие в 1963 г. гравиметрические работы масштаба 1 : 1 000 000. Полигон работ занимает южную часть листа и его обрамления. Целью исследования было изучение структурно-тектонического строения Балтийского кристаллического щита с помощью гравиметрии. Измерение аномалий поля силы тяжести проводились гравиметрами ГАК-3М и ГАК-ПТ по сети наблюдений 10×10 км.

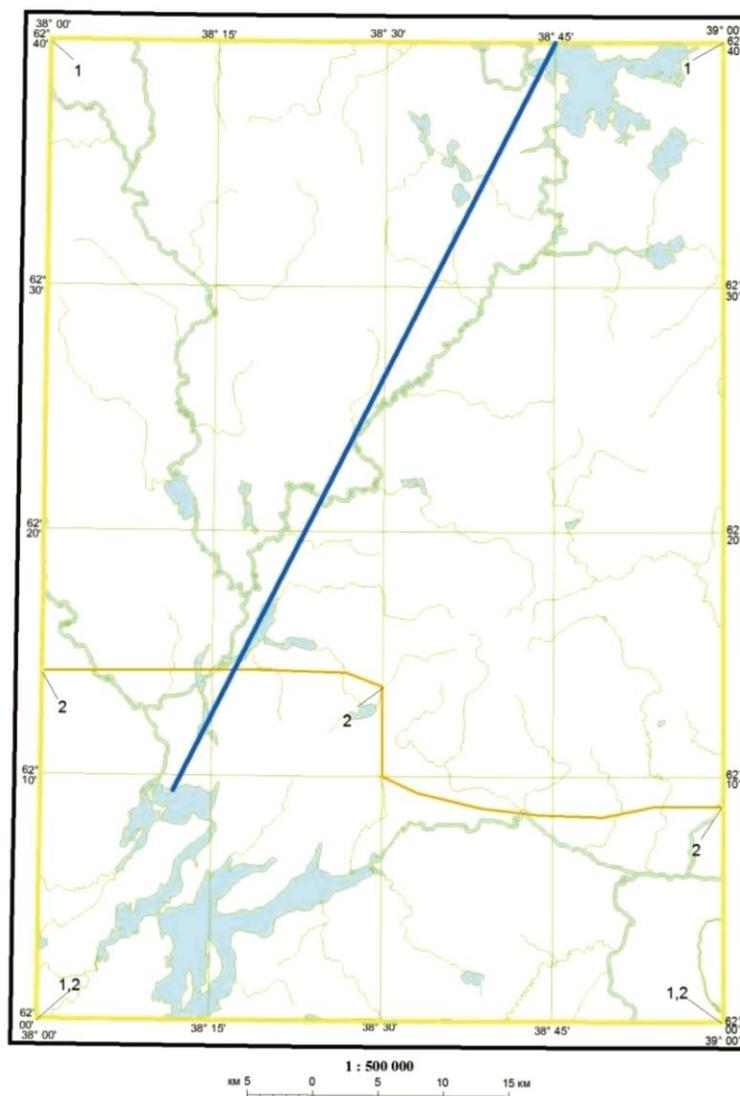
Следующей работой, проведенной на данной территории, стала съемка Каргопольской гравиметровой партии ЗГТ [43]. Эта съемка была проведена в период с 1968 по 1969 гг., полигон работ покрывает всю территорию листа, а также большую часть обрамления. Измерения поля силы тяжести осуществлялись по сети точек наблюдения густотой 1 т. н. на $9,3 \text{ км}^2$.

Западное обрамление листа полностью обеспечено чуть более поздней съемкой той же организации. Исследования проводились с 1970 по 1972 гг., сведений о густоте сети и погрешности нет.

С 1970 по 1973 гг. в юго-западной части описываемого полигона в ходе поисково-рекогносцировочных работ на бокситы в Восточном Прионежье была проведена крупномасштабная (1 : 50 000) гравиразведка. Съемка осуществлялась с помощью гравиметров ГШ-1, «Дельта» с шагом 25 м. В ходе исследований был выделен ряд массивов пород основного–ультраосновного составов, характеризующихся повышенной плотностью. Материалы геофизических работ представлены в виде графиков $(\Delta g)_a$ на комплексных литолого-геофизических разрезах масштаба 1 : 50 000.

Изученность сейсмическими работами

Площадь листа Р-37-ХV пересекает фрагмент профиля региональных сейсмических исследований, выполненных с целью изучения глубинного геологического строения территории РФ. Положение профиля показано на рис. 3.



Контур и номер площади работ масштаба:

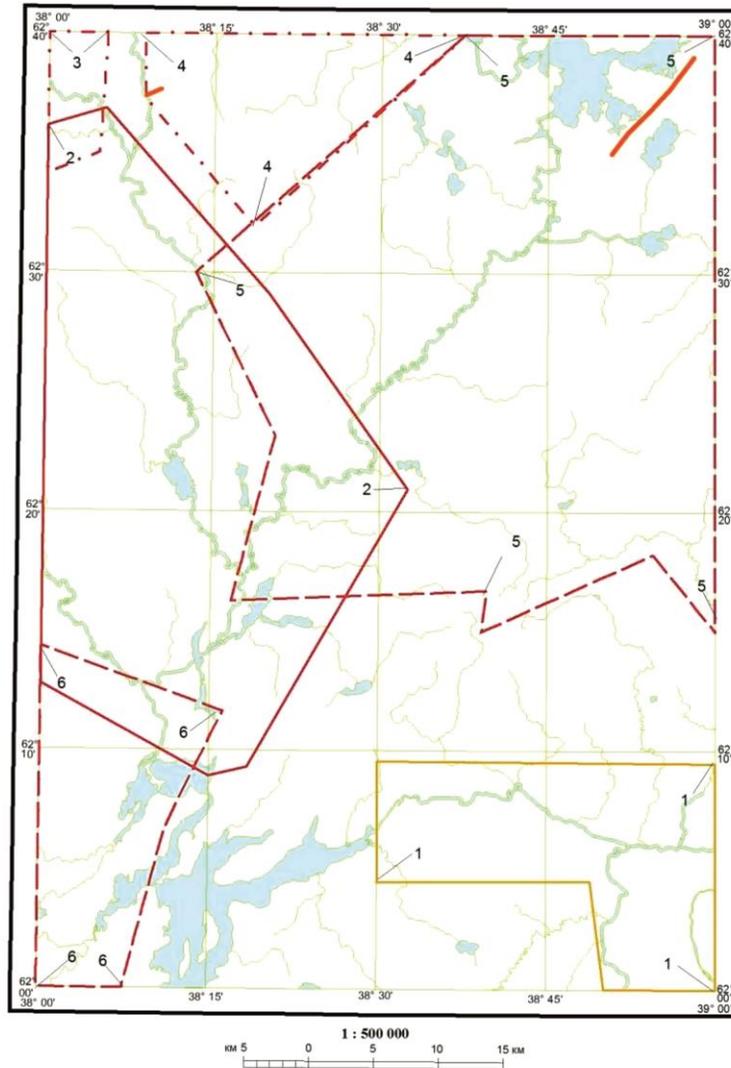
- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Гравиметрические работы</p> <p> 1:1 000 000
1. Мионов В.Д., Чечель Э.К., 1964</p> <p> 1:200 000
2. Беда В.А., Пахтель И.А., Григорьев П.И., 1970 г.</p> | <p>Сейсмические работы</p> <p>/ профиль g-215 (ГСЗ) р. Нижняя Телза-оз. Кипозеро (Анкудинов С.А., 1974 г.)</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

Территорию листа Р-37-ХV пересекает фрагмент регионального сейсмического профиля р. Ниж. Телза – оз. Кипозеро, выполненного Западным геофизическим трестом (ЗГТ) в 1972–1973 гг. [41]. 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 юго-запада на северо-восток 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.

Изученность электроразведочными работами

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



Контур и номер площади работ масштаба:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p> 1:200 000
1. Крушко В.Л., Черепенин В.Л., 1974 г.</p> <p> Профильные электроразведочные работы,
Пестриков А.А., 2016 г.</p> | <p> 1:25 000
2. Соколова Т.Д., Суханов В.А., 1977 г.</p> <p> 5. Каверзнева Н.А., Басалаев П.А., 1983 г.
6. Каверзнева Н.А., Басалаев П.А., 1985 г.</p> <p> 3. Каверзнева Н.А., Байбородина Г.А., 1979 г.
 4. Каверзнева Н.А., Кравченко О.А., 1981 г.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Рис. 4. Картограмма геофизической изученности электроразведочными съемками.

К первым электроразведочным работам на территории листа 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 гг. 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 [89] в западной части рассматриваемого листа. По результатам работ было рекомендовано четыре участка для постановки поисковых работ на сульфидное, никелевое, медное и колчеданно-полиметаллическое оруденений.

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°.

В 1981–1982 гг. аналогичные работы были проведены на Сезской площади. Исследования выполнялись Аэрогеофизической партией № 8 ЛГЭ ПГО «Севзапгеология» с 1981 по 1982 гг. в комплексе с аэромагнитными работами. Аэроэлектроразведочная съемка была поставлена с целью выделения палеозойских и четвертичных осадков по проводящим разностям. Съемка выполнялась по сети параллельных маршрутов через 250 м, что соответствует масштабу 1 : 25 000. Маршруты были ориентированы вкост простирания по азимуту 45°.

В последующие два года (с 1983 по 1984 гг.) усилия тех же авторов были сосредоточены в юго-западной части площади листа, на Тамбичлахтинской площади юго-западной части структуры Ветренный пояс. Съёмочные работы закончились построением карт графиков и изолиний b/a при $f = 312,5$ и 2500.

С 1988 по 1993 гг. в Прионежье проводились опережающие наземные геофизические работы с целью обеспечения геофизической основой геологических съемок. В ходе этих исследований был проведен комплекс электроразведочных работ, включающих магнитотеллурическое зондирование, зондирование становлением поля в ближней зоне, а также вертикальное электрическое зондирование. Территорию листа Р-37-ХV эта съемка не затронула, полигон работ был локализован в его юго-западном обрамлении. По результатам комплексных работ построены опорные и глубинные геологические разрезы и геологическая карта дочетвертичных отложений масштаба 1 : 200 000.

В 2007–2010 гг. с целью оценки прогнозных ресурсов восточной части Балтийского щита на золото были выполнены работы ЗАО «Архангельскгеолразведка». Комплексные работы включали полевые магнито- и электроразведочные работы, а также создание геофизической основы масштаба 1 : 200 000 на основе съёмочных материалов предшественников.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Геохимические поиски в пределах площади листа Р-37-ХV проводились практически на каждом этапе геологосъёмочных 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.

Единственной работой, в рамках которой было проведено кондиционное геохимическое опробование в пределах листа Р-37-ХV (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)» [51]. В рамках данного Госконтракта произведено шлиховое опробование аллювия современных водотоков, проведение

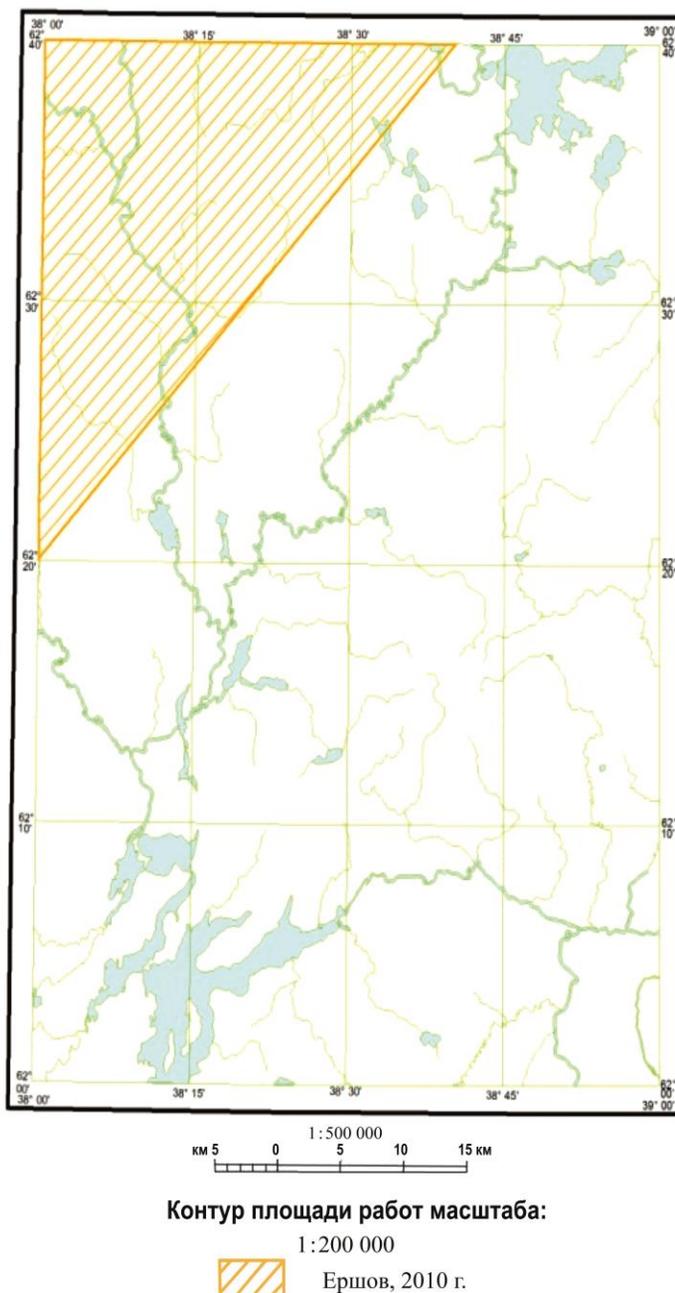


Рис. 5. Картограмма геохимической изученности.

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. Результатом работ стала локализация рудного узла, приуроченного к площади листа Р-37-IX с постановкой на государственный учет прогнозных ресурсов золота категории Р₃ в количестве 60 т.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении территории листа Р-37-ХV принимают участие вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы среднего лопия, раннего протерозоя, представленные терригенными и вулканогенными образованиями, и палеозойские терригенные и карбонатные осадки чехла Русской плиты, почти повсеместно перекрытые четвертичными образованиями.

В центральной части листа среднелопийские и раннепротерозойские образования фундамента перекрыты осадочным чехлом Русской плиты. В строении осадочного чехла принимают участие осадки девонского и каменноугольного возрастов. Почти вся территория перекрыта чехлом кайнозойских образований преимущественно ледникового происхождения.

Стратиграфическое расчленение всех отложений произведено в соответствии с Легендой Карельской серии листов Госгеолкарты-200 [19] с учетом внесенных изменений и дополнений.

ВЕРХНИЙ АРХЕЙ (ЛОПИЙ)

СРЕДНЕЛОПИЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Починско-кенозерский осадочно-вулканогенный комплекс

Наиболее древними на территории листа Р-37-ХV являются среднелопийские зеленокаменные образования Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса, которые развиты в виде полосы субмеридионального простиранья шириной от 1 до 10 км и длиной до 40 км с несколькими ответвлениями.

Породы Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса на площади листа разделяются на Токшинскую, Кипозерскую и Волошовскую ветви. Токшинская ветвь протягивается на северо-запад от оз. Кипозеро к оз. Кочмозеро и далее до оз. Великое; Волошовская – на юг, вдоль западного берега оз. Кенозеро; Кипозерская – на восток от оз. Кипозеро, погружаясь под осадочный чехол Русской плиты.

В результате проведенных геологосъемочных работ в 1983–1993 гг. в Волошовской ветви зеленокаменного пояса было выделено семь толщ: волошовская, каренская, муйозерская, кенозерская, вешкозерская, починская и нюкчозерская. В Токшинской и Кипозерской ветвях были выделены кочминская и кипозерская толщи, которые коррелируются с кенозерской и муйозерской либо с волошовской и каренской [67].

Литологический состав нижних пяти толщ Волошовской ветви и двух толщ Токшинской и Кипозерской ветвей (волошовская, каренская, муйозерская, кенозерская, вешкозерская, кочминская и кипозерская) характеризуется значительным развитием метавулканических пород. Более 75 % разреза этих толщ сложены основными–ультраосновными, реже средними и кислыми метавулканическими образованиями. Подчиненное значение (25 % и менее) в этих толщах имеют метаосадочные образования, представленные метапесчаниками и углеродистыми метапесчаниками. В то же время литологический состав двух верхних толщ (починская и нюкчозерская) характеризуется значительным развитием метатерригенных пород, доля которых в разрезе возрастает до 50 %, а метавулканические образования представлены разновидностями основного–кислого составов. Метавулканиды ультраосновного состава в починской и нюкчозерской толщах отсутствуют. Таким образом, нижние пять толщ в Волошовской ветви зеленокаменного пояса (волошовская, каренская, муйозерская, кенозерская, вешкозерская) и две толщи в Токшинской и Кипозерской ветвях (кочминская и кипозерская) сложены одним и тем же набором пород: метавулканидами коматиитовой и толеитовой серий, их метатуфами,

сланцами по этим вулканитам и незначительным количеством метаосадочных образований, таких как метапесчаники. По химическому составу вулканизм этих толщ носил бимодальный характер. Фигуративные точки химических составов этих метавулканитов образуют непрерывный ряд от коматиитов до дацитов/риолитов, который был сформирован при эволюции расплавов единого мантийного источника [82]. Таким образом, у авторов отсутствуют необходимые фиксированные отличия химических составов, структурно-текстурных особенностей и литологического наполнения толщ для того, чтобы принять столь дробное деление разреза.

Строение двух верхних толщ (починская и нюхчозерская) характеризуется заметным отличием от нижележащих образований. До 50 % разреза этих толщ занимают метаосадочные породы. Вулканическая часть разреза этих толщ характеризуется отсутствием коматиитов. Эти признаки указывают на смену тектонических условий формирования пород – падение интенсивности вулканизма и возрастание роли осадконакопления при формировании верхней части разреза.

Литологические и геохимические признаки позволяют расчленить разрез Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса в Волошовской, Токшинской и Кипозерской ветвях на две толщ: существенно вулканогенную кенозерскую толщу и существенно терригенную починскую толщу.

Кенозерская толща (LP₂kn). Образованиями кенозерской толщ сложена центральная часть разреза Волошовской ветви зеленокаменного пояса, которая прослежена в виде извилистой полосы от оз. Кочозеро на северо-западе листа до оз. Кипозеро в центральной части листа и до западной оконечности оз. Кенозеро в юго-западной части листа.

Более 75 % объема толщ сложено низко- и высокомагнезиальными метакоматиитами, metabазальтами, метаандезибазальтами, метаандезитами, метадацитами, метариолитами, а остальной объем занимают метапесчаники.

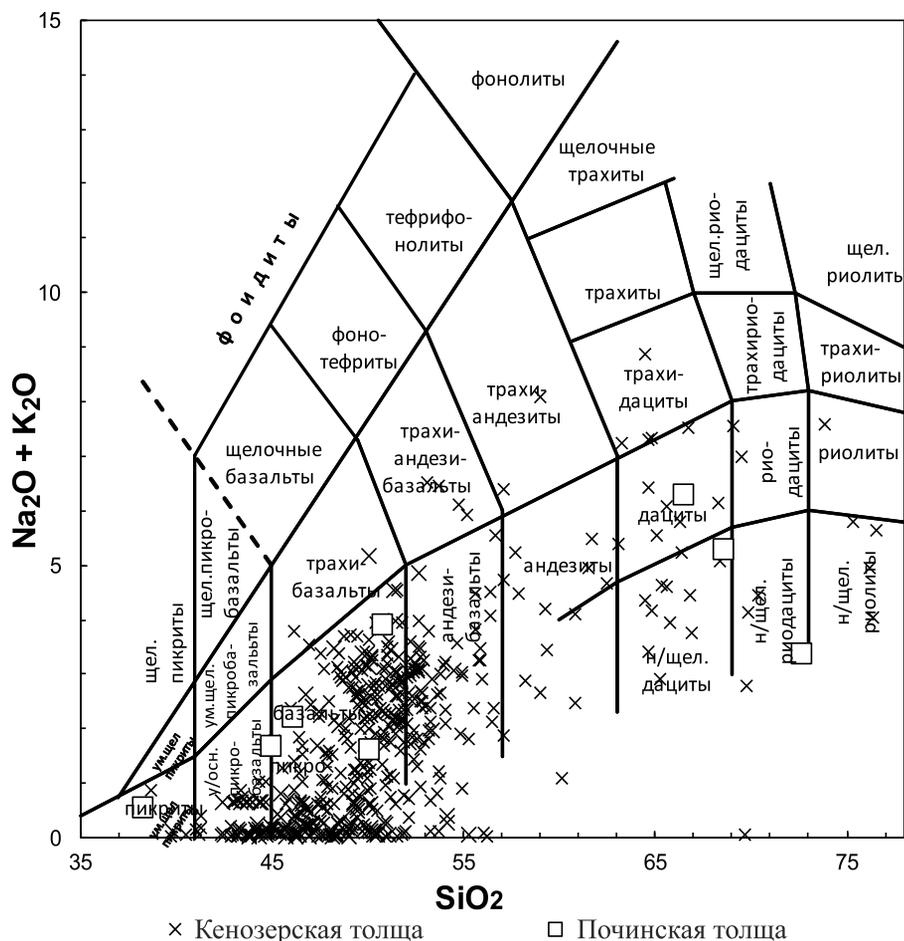


Рис. 6. Классификационная TAS диаграмма для метавулканитов Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса Шардозерской площади.

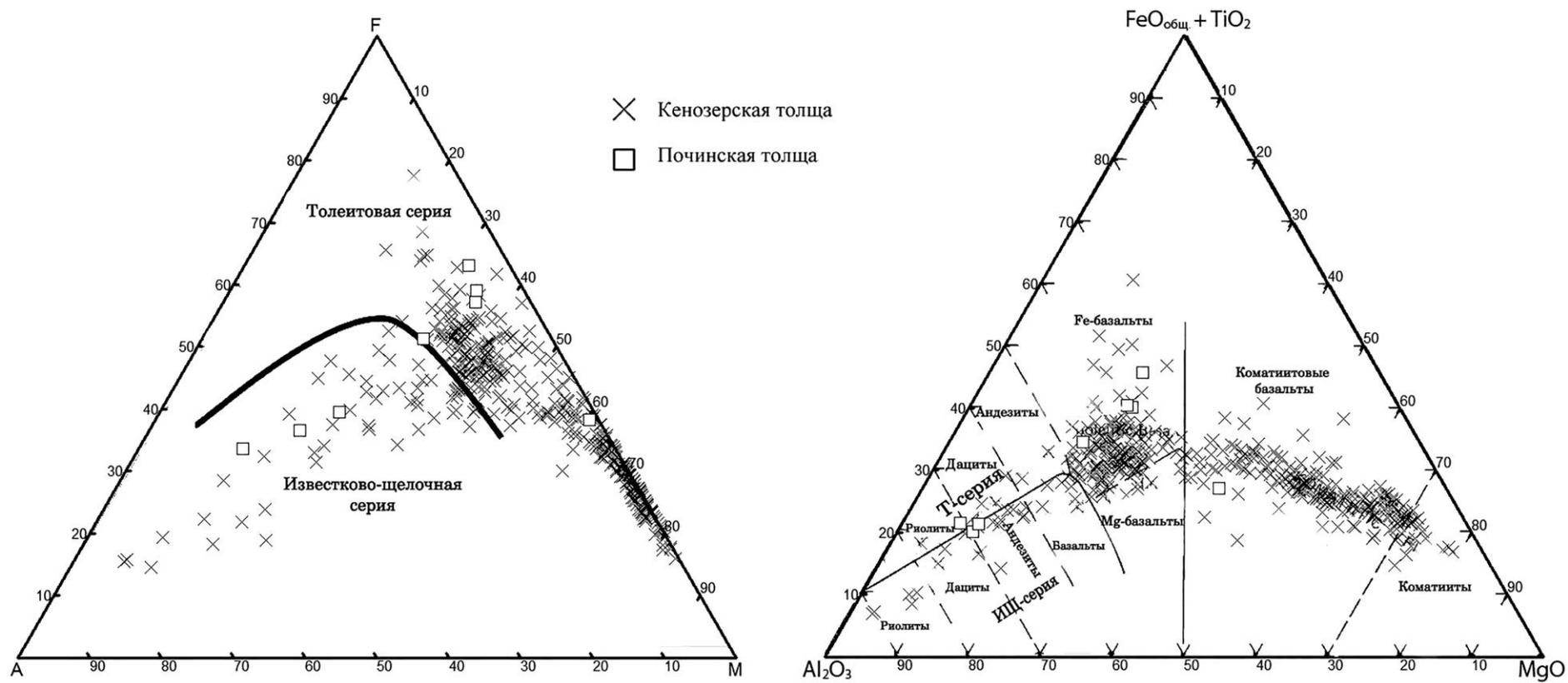


Рис. 7. Классификационные диаграммы AFM (Irvine, Baragar, 1971) и $Al_2O_3-(FeO_{общ.} + TiO_2)-MgO$ (кат. %) по данным (Jensen, 1976) для метавулканитов Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса.

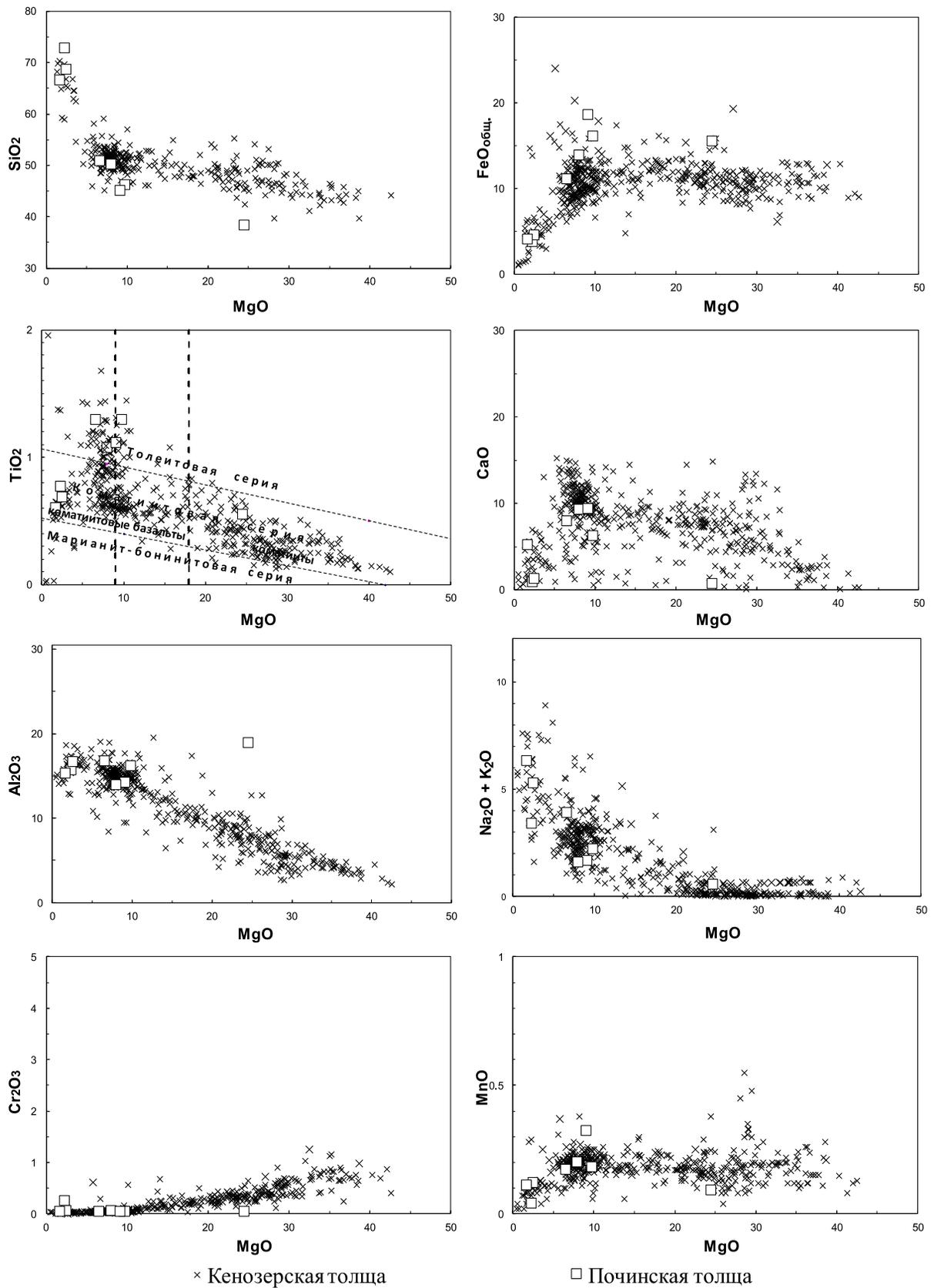


Рис. 8. Химический состав метавулканитов Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса Шардозерской площади.

Петрохимическая характеристика пород Кенозерско-Токшинской площади основана на обширном банке данных результатов химического (лаборатория ГП «Архангельскгеология») и рентгеноспектрального (ЦНИГРИ) анализов [67], которая включает анализы только петрогенных компонентов, никеля, кобальта и меди. Однако аналитический материал по содержаниям редких и редкоземельных элементов в породах в ней отсутствует. При изучении геохимических закономерностей вулканических образований использовались образцы наименее измененных пород, первичный минеральный состав и структуры которых расшифровываются петрографическими методами.

На классификационной TAS диаграмме фигуративные точки химических составов метавулканитов кенозерской толщи формируют облако от поля пикритов/коматиитов до поля риолитов (рис. 6).

На тройной диаграмме AFM $((\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{FeO}_{\text{общ.}} - \text{MgO})$ и фигуративные точки химических составов метавулканитов кенозерской толщи формируют непрерывный тренд дифференциации. Начало тренда находится в области М – характерной для насыщенных магнием вулканитов ультраосновного состава. Дифференциация вулканитов от коматиитов до толеитов происходила с характерным накоплением FeO. При дальнейшем обогащении пород SiO_2 и Al_2O_3 тренд дифференциации смещается в сторону известково-щелочной серии (рис. 7).

На диаграмме $\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{FeO}_{\text{общ.}} + \text{TiO}_2) - \text{MgO}$ по классификации Дженсона фигуративные точки химических составов метавулканитов также формируют непрерывный ряд от сектора коматиитов: через поля коматиитовых и толеитовых базальтов к секторам риолитов и дацитов известково-щелочной серии.

Для высокомагнезиальных серий вулканитов одним из основных геохимических маркеров, на котором строится их классификация, является содержание TiO_2 . На классификационной диаграмме для высокомагнезиальных вулканитов $\text{TiO}_2 - \text{MgO}$ (рис. 8) большая часть фигуративных точек составов кенозерских метавулканитов расположилась в секторе коматиитовой серии, и лишь небольшая группа точек находится в поле толеитовой серии. В то же время между этими двумя группами нет перерывов – они формируют единый тренд изменения химического состава.

На бинарных феннеровских диаграммах оксид магния (MgO), приведенных на рис. 8, прослеживаются такие же закономерности: фигуративные точки химических составов вулканических образований формируют единый, неразрывный тренд от высокомагнезиальных ультраосновных до кислых разновидностей вулканических пород, который характеризуется содержаниями (%): $\text{SiO}_2 = 37-70$; $\text{MgO} = 1,5-40$; $\text{FeO}_{\text{общ.}} = 1,7-17$; $\text{TiO}_2 = 0,1-1,4$; $\text{CaO} = 0,3-15$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,3-19$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 0,2-8$.

Для metabазальтов кенозерской толщи была изучена Sm-Nd изотопная система в восьми валовых пробах. Фигуративные точки всех анализов легли на единую изохрону, характеризующуюся среднелопийским значением возраста 2970 млн лет [67].

Мощность толщи не превышает 8000 м.

Починская толща (LP₂р₅). Починская толща встречается только в Волошовской ветви Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса. Она закартирована в основном по данным магниторазведки и единичным скважинам в виде невыдержанной по простиранию полосы, которая протягивается от оз. Почозеро до оз. Купецкое в юго-западной части площади работ [67]. Для толщи характерны отрицательные (в северной и центральной частях) и дифференцированное отрицательное и положительное (на юге территории) магнитные поля. Положительные дифференциаты магнитного поля приурочены к вулканогенным образованиям в основании толщи. В гравитационном поле толща не отражается.

Состав толщи вулканогенно-осадочный, при этом вулканиты имеют подчиненное значение и представлены преимущественно относительно кислыми разновидностями (андезибазальты, дациты, риолиты). Вулканиты основного состава встречаются нечасто. Осадочные породы представлены метапесчаниками, метатуфопесчаниками, алевролитами и составляют 40–60 % от объема пород в разрезе. Минеральный состав метаосадков хлорит-кварцевый, хлорит-карбонат-кварцевый, цоизит-карбонат-кварцевый, серицит-кварцевый позволяет сделать вывод, что в целом образования толщи метаморфизованы в переходных условиях от фации зеленых сланцев, представленной широким развитием хлоритов, серпентина, талька, эпидота, серицита, кварца, карбонатов к фации эпидотовых амфиболитов с характерным присутствием роговой обманки и эпидота.

На классификационной TAS диаграмме фигуративные точки химических составов метавулканитов починской толщи располагаются в полях базальтов, дацитов и риолитов (рис. 6). На тройных диаграммах фигуративные точки химических составов починской толщи располагаются в полях толеитовой и известково-щелочной серии (рис. 7). В целом метавулканиты починской толщи характеризуются содержаниями (%): $\text{SiO}_2 = 45\text{--}73$; $\text{MgO} = 2\text{--}10$; $\text{FeO}_{\text{общ.}} = 4\text{--}18$; $\text{TiO}_2 = 0,6\text{--}1,3$; $\text{CaO} = 1,2\text{--}9$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 14\text{--}17$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 1,6\text{--}6,3$.

Мощность толщи не превышает 4500 м.

НИЖНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ (КАРЕЛИЙ)

Образования нижнего протерозоя развиты в северной части листа Р-37-ХV и полностью слагают структуру Ветреного пояса. В центральной части территории они перекрыты чехлом маломощных четвертичных образований. В юго-восточной части листа нижнепротерозойские образования залегают под отложениями палеозоя. В составе нижнего протерозоя на изучаемой площади выделяются сумийско-сариолийский нерасчлененный и ятулийский надгоризонты нижнекарельской эратемы и людиковийский надгоризонт верхнекарельской эратемы.

Карельские образования в пределах площади расчленены на ряд свит неоднородных по составу и строению. В целом в пределах структуры Ветреного пояса происходит наращивание разреза протерозоя в северо-восточном направлении. Контакты между свитами в большинстве случаев тектонические – полого-надвигового характера.

НИЖНЕКАРЕЛЬСКАЯ ЭРАТЕМА

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

Сумийско-сариолийский нерасчлененный надгоризонт

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

Киричская свита, нижняя подсвита ($\text{KR}_1^2 \text{kr}_1$). Образования нижней подсвиты киричской свиты распространены в западной части листа Р-37-ХV в районе р. Токша, где они несогласно залегают на образованиях Токшинской ветви Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса, а также на гранитоидах водлинского комплекса Водлозерского блока.

Контакт пород подсвиты с нижележащими породами Сумозерско-Кенозерского ЗКП и архейских гранитоидов Водлозерского блока тектонический. По данным картировочных скважин ГСР-50 [67], большая часть которых пройдена в зоне приконтактового разлома, широким распространением здесь пользуются бластокатаклазиты с крутопадающими плейчатými текстурами, милониты. Породы, как правило, интенсивно выветрелые, трещиноватые, с проявленной сланцеватостью и слоистостью, имеющие невыдержанные, чаще крутые углы падения. В скважинах и обнажениях, расположенных в удалении от разлома, слоистость пород выполаживается до $8\text{--}30^\circ$.

Наиболее полно разрез подсвиты изучен при производстве ГСР-50 [56] в северной и западной частях листа Р-37-ХV. При этом наиболее полное описание образований нижней пачки подсвиты было произведено в пределах восточной части листа Р-36-VI.

Породы нижней пачки подсвиты 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 разнотельный кварц-плагиоклазовый метапесчаник, состоящий из неокатанных и слабоокатанных зерен кварца и плагиоклаза, и биотит-эпидот-актинолитового и карбонат-альбит-хлорит-эпидотового цемента.

Породы, слагающие нижнюю подсвиту киричской свиты в пределах площади листа, выходят на дневную поверхность только в долине р. Токша у уреза воды (обн. 7), а также прослежены серией скважин глубиной до 100 м, пройденных при производстве ГСР-50 [56; 67]. Породы представлены тальк-кварцевыми, кальцит-тальк-кварцевыми, тальк-кальцит-кварцевыми сланцами, а также тальковыми и кальцит-тальковыми кварцитами, материнской породой которых являются кварцитопесчаники и олигомиктовые песчаники на доломитовом цементе [56].

По реликтам первичных структур в шлифах довольно четко расшифровывается терригенная (песчаники, гравелитопесчаники) природа этих метаморфизованных пород. Отмечаются также прослои, обогащенные хлоритом, возможно, туфогенного происхождения [67].

Состав пород подсвиты с северо-запада на юго-восток становится более монотонным [56]. На северо-востоке, в районе среднего течения р. Токша, по данным скважин 6 и 3, разрез ее снизу вверх представлен отложениями.

1. Тальк-кальцитовый кварцит зеленовато-серый слабосланцеватый	2,3 м
2. Тальк-кварцевый сланец с тонкими прослоями кальцит-тальк-кварцевого сланца, зеленовато-серый, со сланцеватой текстурой под углами 65–70° к оси зерна	9,7 м
3. Тальковый кварцит серебристо-зеленовато-серого цвета, со слабосланцеватой текстурой	9,3 м
4. Переслаивание тальковых кварцитов светло-серого цвета с тальковыми сланцами темно-серого цвета, мощность прослоев – от 0,1 до 0,8–1 см, текстура тонкосланцеватая под углами 65–70° к оси зерна	14,1 м
5. Тальковый кварцит серебристо-зеленовато-серый, со слабосланцеватой текстурой под углами 65–70° к оси зерна, с жилками кварца по сланцеватости мощностью 0,1–0,3 м	6,9 м
6. Тальк-кварцевые сланцы, серебристо-зелено-серый, сланцеватые под углами 65–70° к оси зерна ..	11,9 м
7. Зона дробления тальк-кварцевых сланцев, дезинтегрированных до песка и полуокатанного щебня, мощность	2,6 м
8. Тальк-кварцевые сланцы, аналогичные слою 6. Сланцеватость под углами 75–80° к оси зерна	3,9 м

Выше по разрезу (скв. 3) залегают следующие отложения.

1. Тальковый кварцит зеленовато-светло-серого цвета с маломощными прослоями кварц-кальцит-тальковых сланцев, со сланцеватой текстурой под углом 70° к оси зерна	13,8 м
2. Кальцит-тальковый кварцит зеленовато-серый слабосланцеватый с маломощными прослоями тальк-кварц-кальцитовых сланцев, в сланцах отмечается единичная жила кварца с включениями радиально-лучистых агрегатов турмалина	28,7 м
3. Тальк-кальцит-кварцевый сланец от зеленовато-светло-серого до розовато-серого цвета с тонкосланцеватой текстурой под углом 75° к оси зерна	5,5 м
4. Кальцит-тальковый кварцит зеленовато-серый с розоватым оттенком, текстура сланцеватая под углом 75° к оси зерна	16,4 м

В юго-восточной части полосы развития подсвиты, по данным скважин 12, 16, 17, породы представлены тальк-кварцевыми сланцами часто с бластопсаммитовой структурой с прослоями кальцит-тальк-кварцевых сланцев.

Породы имеют розоватый оттенок за счет пылевидных включений окислов и гидроокислов железа. В сланцах часто отмечаются плейчатость, гофрировка, прожилки карбонат-кварцевого состава с пустотами выщелачивания, заполненными гидроокислами железа и карбонатом. В шлифах состав всех разновидностей пород пачки отличается только по процентному соотношению кварца, талька и кальцита. Структуры пород гранолепидобластовые и лепидогранобластовые. В составе пород выделяются следующие минералы:

- кварц (40–80 %) представлен зернами изометричной формы размером 0,02–1 мм с преобладанием класса 0,05–0,3 мм;
- тальк (10–20 %) бесцветный, в виде удлинённых чешуек длиной до 0,5 мм с высокой интерференционной окраской;
- кальцит (10–20 %) представлен зернами неправильной формы размером 0,04–0,5 мм;
- плагиоклаз (10–20 %) образует полисинтетические двойники в виде удлинённых зерен неправильной формы размером от 0,1 до 0,6 мм.

Акцессорные минералы, по данным минералогического анализа протолок [56], представлены (в порядке частоты встречаемости) апатитом, турмалином, цирконом, рутилом, лейкоксенном, доломитом.

Выше по разрезу залегают альбит-серицит-кварцевые и серицит-альбит-кварцевые сланцы по аркозовым песчаникам, которые к 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 документации скв. 10.

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

В среднем течении р. Вононга встречается серия обнажений (обнажения 2, 4) в разной степени рассланцованных песчаников, состоящих из кварца, плагиоклаза и серицита, соотношение которых меняется в широком диапазоне.

Кварц составляет 45–80 % объема породы и содержится в виде округлых или слегка вытянутых обломков размером 0,25–1 мм (преобладает класс 0,1–0,25 мм). Плагиоклаз среднего состава (андезин) составляет 5–25 % от объема породы, встречается в виде зерен неправильной формы со средним размером 0,2 мм, зерна сильно разрушены. Серицит наблюдается в виде тонких пластинок и составляет от 1 до 15 % от объема породы. Изредка по сланцеватости наблюдаются тонкие карбонатные прожилки.

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

Цемент контактово-поровый гидрослюдистый. Тонкие чешуйки имеют размерность до 0,005 мм и интерференционную окраску от желтовато-оранжевой до зеленовато-желтой. По соотношению зерен и цемента – цемент можно охарактеризовать как независимо механически выполняющий поры и места соприкосновения зерен, участками корродирует обломки кварца.

Акцессорные минералы представлены зернами циркона размерностью от 0,05 до 0,1 мм, магнетита (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).

В верхних частях разреза подсветы, помимо аналогичных песчаников, отмечались также метагравелиты, содержащие в гравийных зернах, помимо кварца и плагиоклаза, обломки гранитоидов. Цемент как в песчаниках, так и в гравелитах глинисто-кварцевый или карбонатный. Характерен карбонатный бластез. Содержание карбонатного материала в отдельных шлифах достигает 40 % [67].

В скв. 19 под чехлом Русской плиты, в инт. 77–116,8 м описаны аналогичные рассланцованные мелкозернистые песчаники с серицитом по плоскостям сланцеватости (угол сланцеватости 20–25°), с прослоями, обогащенными хлоритом. Порода часто смята в мелкие крутые складки, что, по-видимому, обусловлено близостью сразу двух разрывных нарушений: надвига по границе нижней и верхней подсветы киричской свиты и северо-восточного разлома по р. Ундоша.

Как по минеральному составу, так и по химизму породы 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 [67].

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

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

Объемная масса пород нижней подсветы киричской свиты меняется в пределах 2,55–2,75 т/м³ (в среднем 2,66 т/м³) для метапесчаников и метагравелитов (шесть определений). Одно измерение объемной массы по тальк-кварцевым сланцам из нижней пачки подсветы

показало значение $2,86 \text{ т/м}^3$. Площадь развития пород свиты характеризуется нормальными и слабоотрицательными значениями магнитного и гравитационного полей.

Предполагаемая максимальная мощность подсвиты в пределах изученной площади составляет около 650 м.

Киричская свита, верхняя подсвита ($KR_1^2kr_2$). Верхняя подсвита киричской свиты образует довольно мощный покров эффузивов преимущественно основного состава, превращенных в зеленые сланцы. Образования свиты прослежены в виде полосы северо-западного простирания, которая имеет ширину выхода на дневную поверхность от 15 км в долине р. Ундоша до 4 км в северо-западной части листа Р-37-ХV.

В северо-западной части листа породы свиты выходят на дневную поверхность в долине р. Вононга и на возвышенностях к востоку от нее, в центральной части листа образования свиты обнажены по порогам р. Ундоша от ее истока из оз. Немшозеро до впадения в нее р. Треугольница.

В юго-восточной части листа под палеозойскими отложениями породы свиты вскрыты скважинами 14, 13, 23, 18, 21, 20.

Границы верхней подсвиты с ниже- и вышележащими подразделениями тектонические, проходящие по надвигам северо-западного простирания. В современном рельефе хорошо выражена нижняя граница подсвиты в виде пологого уступа северо-западного простирания, вытянутого параллельно восточному борту долины р. Вононга на северо-западе и протягивающегося на юго-восток до крутого перегиба р. Ундоша в центральной части листа. Верхняя граница свиты повсеместно перекрыта четвертичными образованиями, а к югу от р. Ундоша перекрыта чехлом палеозойских образований, и ее положение на карте приводится преимущественно по геофизическим данным и редким скважинам.

Контакт между песчаниками верхней пачки нижней подсвиты и базальтами верхней подсвиты киричской свиты вскрыт скв. 5 в восточном борту долины р. Вононга. Здесь четко картируется надвиг, наличие которого подтверждается развитием мощных тектонических зон дробления, милонитизации, расланцевания пород, которое сопровождается мелкой гофрировкой. 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 к северо-западу от скв. 5. Метаандезитобазальты верхней подсвиты вдоль зоны контакта превращены в актинолит-хлоритовые сланцы, по плоскостям сланцеватости развиты пленки гидроокислов железа и карбонатные прожилки. Интенсивно расланцованные метавулканиды выше по разрезу сменяются слаборасланцованными (обн. 1). Вверх по разрезу вулканические образования подсвиты практически не расланцованы.

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

Метабазальты и метаандезитобазальты – 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 расланцованности и метасоматических преобразований.

Метабазальты представлены двумя группами пород: хлоритизированные расланцованные разновидности тремолит-цоизитового и актинолит-плагноклазового состава, утратившие признаки эффузивной породы, и аналогичные им метабаазальты 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 % (гётит, гематит). Первичные темноцветные минералы замещены игольчатым актинолитом. Вкрапленники представлены лейстами плагноклаза (1–2 мм).

В состав наименее измененных разновидностей пород преобладает хлорит, содержания которого колеблются от 30 до 70 %, стекла – 0–30 %; пироксена, который почти всегда замещен биотит-хлорит-амфиболовым агрегатом – 15–20 %; плагноклаза, встречающегося как в виде микролитов, так и в виде новообразованного кислого альбита – 3–30 %; содержания рудных минералов

(магнетит, гематит, титанит) не превышают 1–5 %, лейкоксена – 1–3 %, карбоната – 1 %, кварца – 1–3 %. В составе пород, измененных до зеленых сланцев, актинолит, составляющий 45–60 % от объема породы, присутствует в виде удлиненных и волокнистых кристаллов длиной 0,05–0,4 мм; плагиоклаз, содержащийся в количестве 15–30 %, представлен сосюритизированными удлиненными табличками от 0,05 до 0,5 мм; эпидот – зернами неправильной формы размером до 0,04 мм в количестве 15–25 %, содержание хлорита достигает 10–15 %.

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

Метатуфы и метатуффиты – породы серого, зеленовато-серого цвета, с микропорфировой, микрообломочной структурой и микролитовой основной массой, имеют 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 являются наиболее подверженными рассланцеванию образованиями из всех петрографических разновидностей пород, слагающих верхнюю подсвиту киричской свиты. Сланцы хлоритизированы по основной массе и слабо ожелезнены (гётитезированы). В основной ткани породы выделяются отдельные листочки и чешуйки мусковита (не более 5 %). Минеральный состав пород: содержание хлорита колеблется от 30 до 40 %, кварца – 10–30 %, амфибола – 5–15 %, плагиоклаза (часто замещенного цоизитом) – 5–10 %, серпентина – 3–5 %, лейкоксена – 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.

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. 9). Фигуративные точки, отвечающие составам вулканитов свиты, на классификационных диаграммах AFM и $Al_2O_3-(FeO_{общ.} + TiO_2)-MgO$ располагаются вдоль границы толеитовой и известково-щелочной серий, тяготея к полю толеитовых базальтов, преимущественно относятся к высокожелезистым разновидностям (рис. 10).

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. 11). 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 редкоземельных элементов (рис. 12) этих пород характеризуются одинаковой формой и располагаются параллельно друг другу с пологим наклоном и отчетливой Eu аномалией [82].

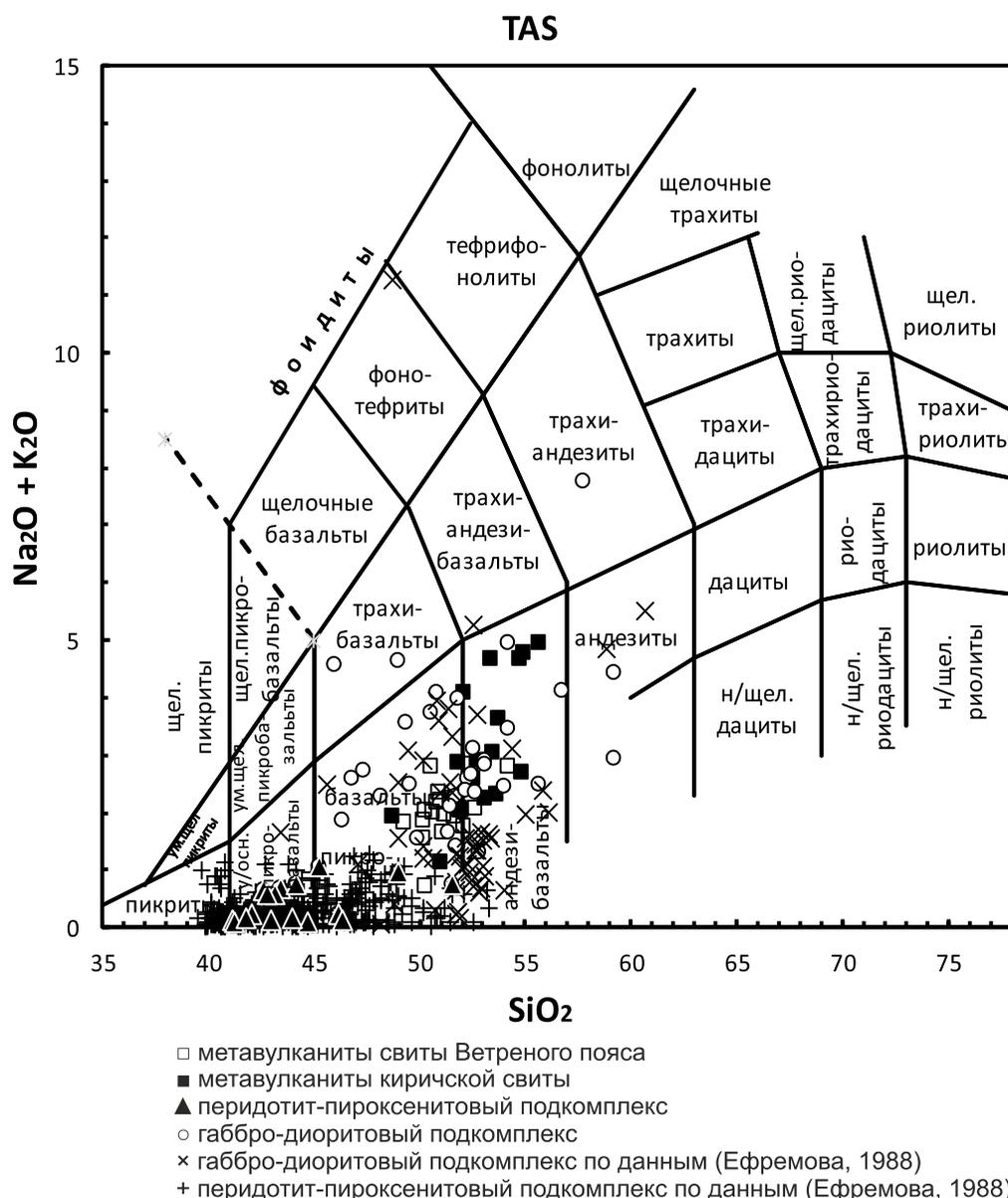


Рис. 9. Классификационная TAS диаграмма для протерозойских вулканогенных и интрузивных образований, развитых в пределах площади листа Р-37-ХV.

Для метавулканытов киричской 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 метавулканытах свиты Ветреный пояс и киричской свиты подобны, и на бинарных диаграммах формируют единое облако точек (рис. 13).

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

В то же время для определения абсолютного возраста пород киричской 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 сильнорассланцованных 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.

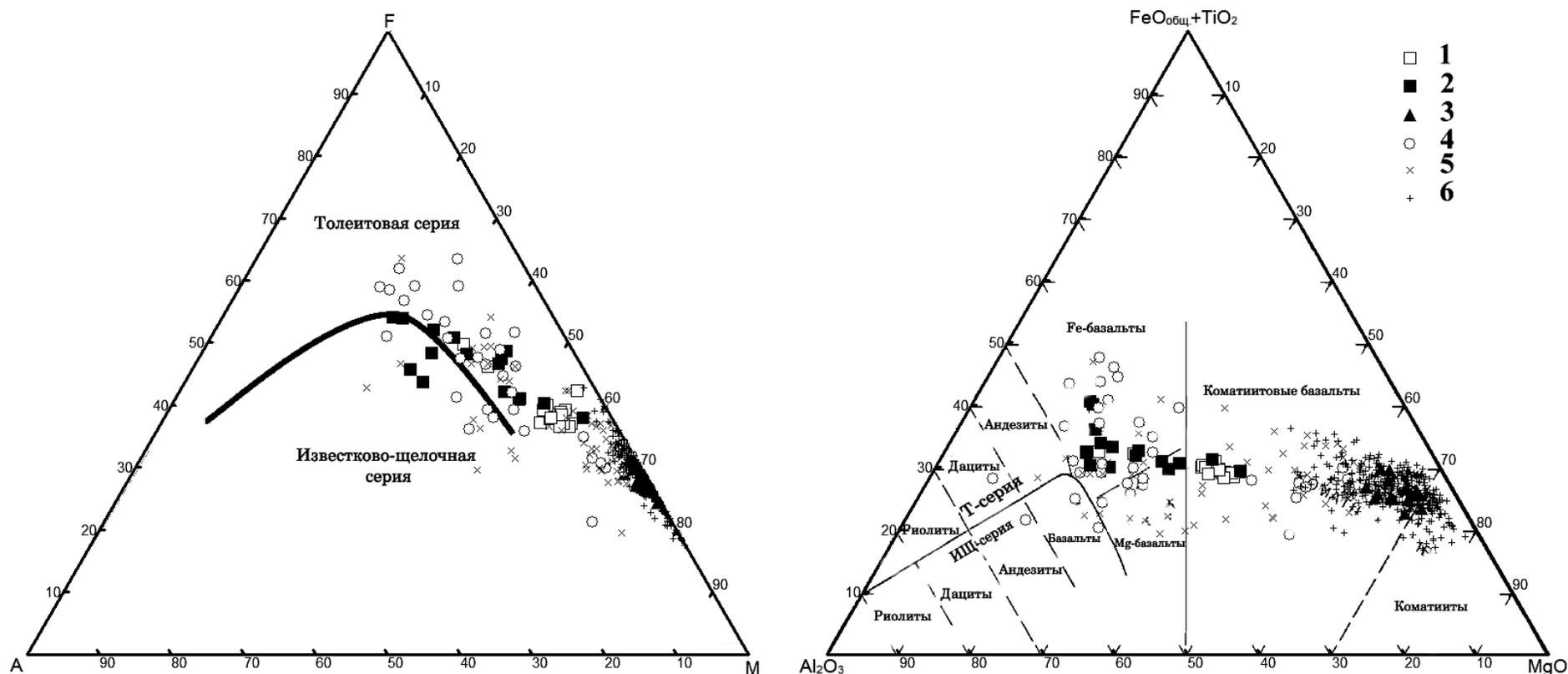


Рис. 10. Классификационные диаграммы Al_2O_3 – $(FeO_{общ.} + TiO_2)$ – MgO и AFM для протерозойских вулканогенных и интрузивных образований, развитых в пределах площади листа Р-37-ХV.

1 – метавулканыты свиты Ветреный пояс; 2 – метавулканыты киричской свиты; 3 – перидотит-пироксенитовый подкомплекс; 4 – габбро-диоритовый подкомплекс; 5 – габбро-диоритовый подкомплекс по данным (Ефремова, 1988); 6 – перидотит-пироксенитовый подкомплекс по данным (Ефремова, 1988).

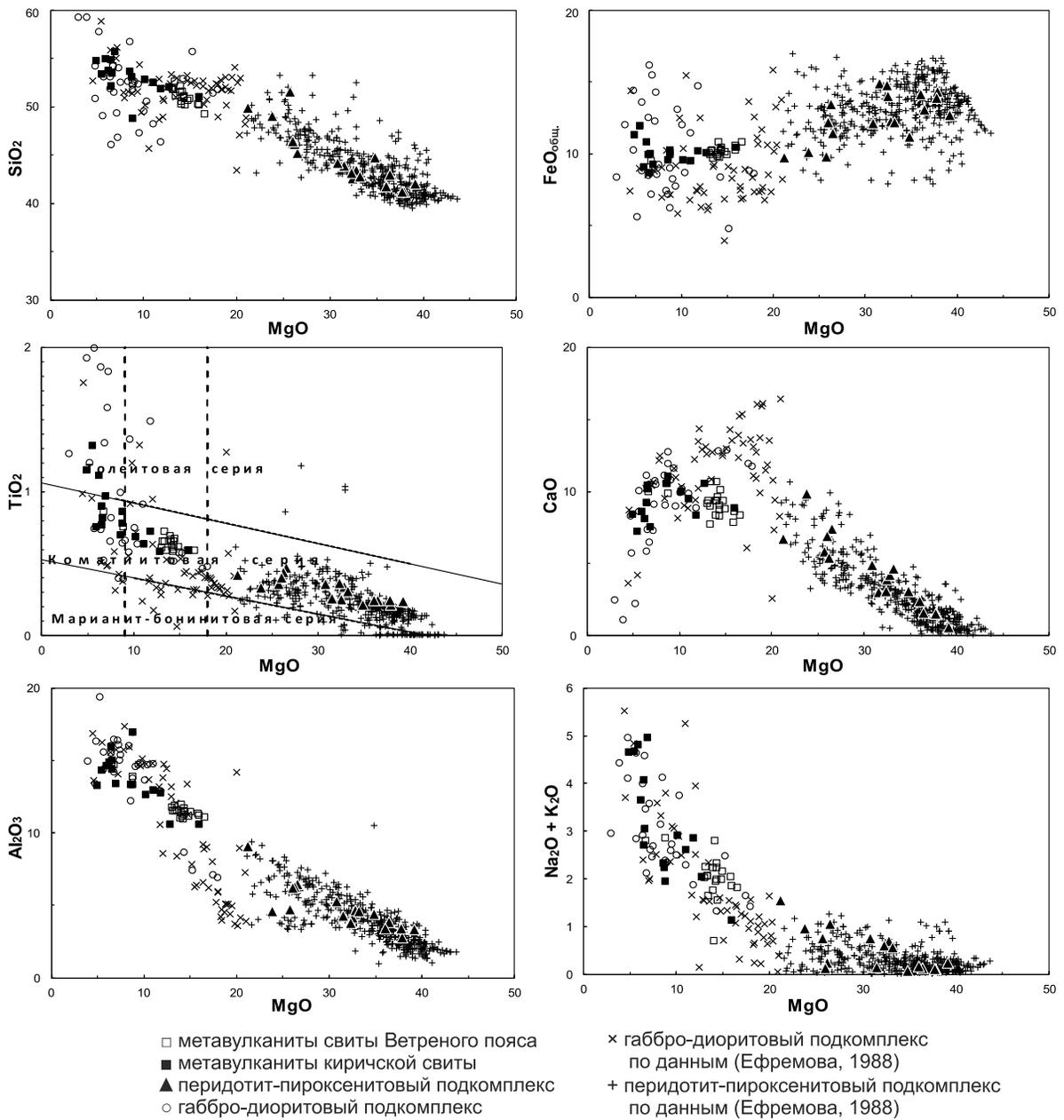


Рис. 11. Состав протерозойских вулканогенных и интрузивных образований.

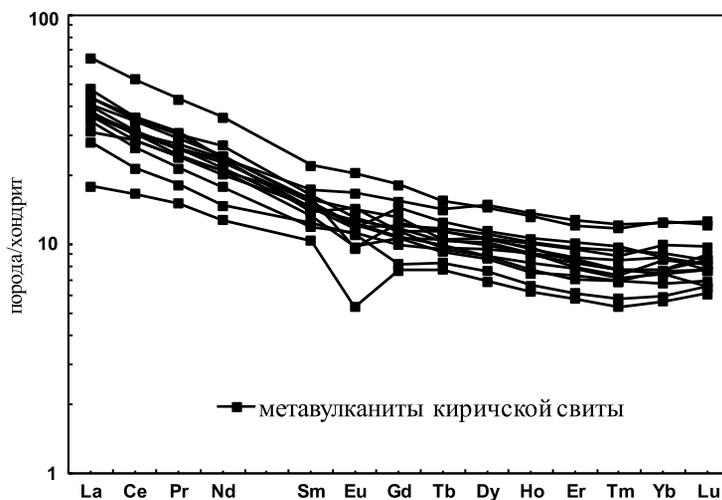


Рис. 12. Нормированные на хондрит C1 [36] спектры распределения редкоземельных элементов в вулканогенных образованиях верхней подсвиты киричской свиты.

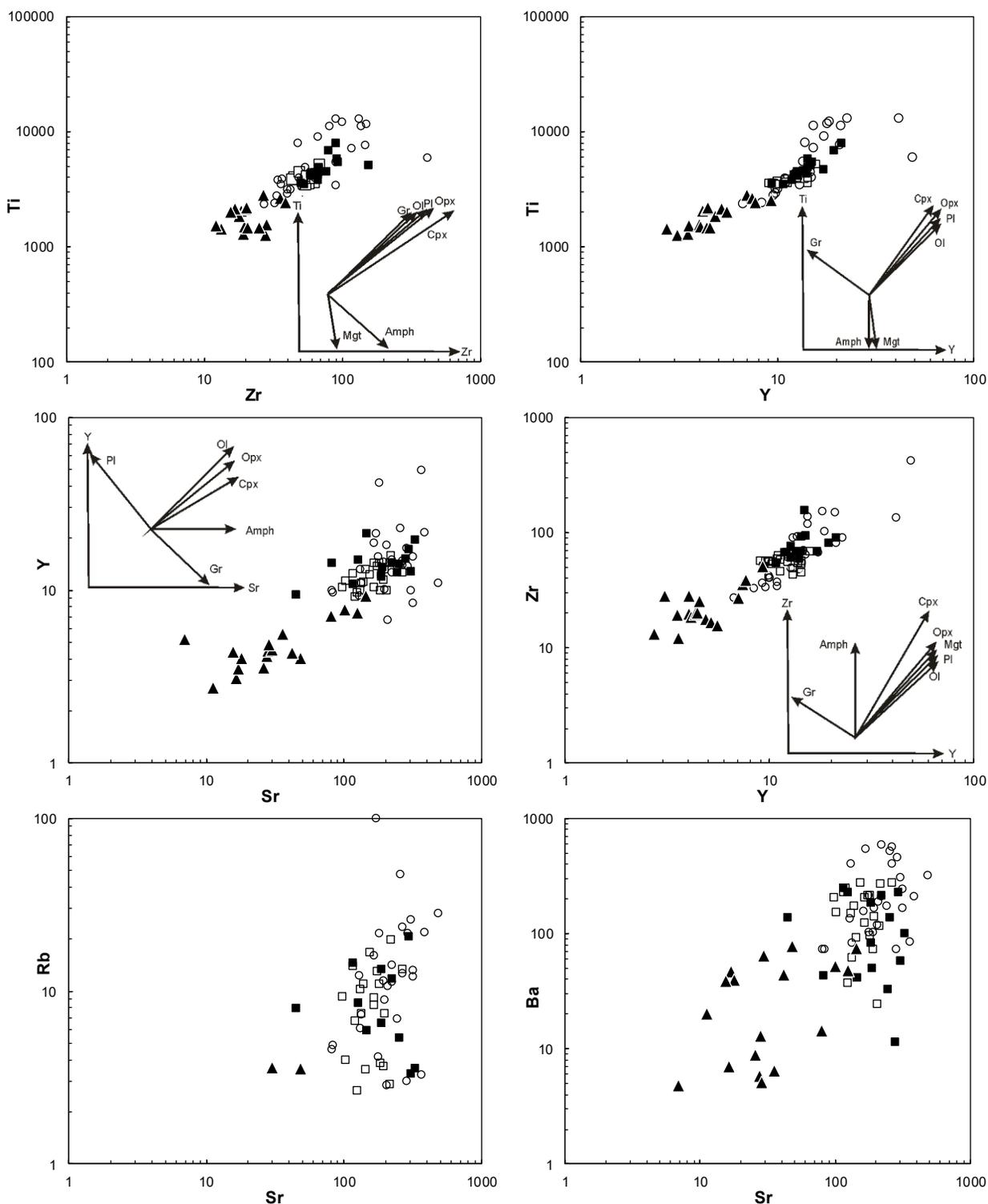


Рис. 13. Состав протерозойских вулканогенных и интрузивных образований.

На врезках показаны направления трендов изменения химического состава расплава при кристаллизационном фракционировании минералов (условные обозначения см. на рис. 11).

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 возрастaми 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 [82].

Предполагаемая максимальная мощность подсвиты может достигать 3000 м.

Ятулийский надгоризонт

Кожозерская свита ($KR_1^3 kz$). Образования кожозерской свиты в пределах листа Р-37-ХV протягиваются полосой шириной 10–12 км согласно общему северо-западному простиранию структуры Ветреный пояс (II-A-1), к югу от долины р. Ундоша они перекрыты чехлом палеозойских отложений. Описание пород свиты приводится по данным скважин предшественников, а также по данным скважин и каменного материала из обнажений листа Р-37-ХV ГДП-200 [82].

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 моноклинальное 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. 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 отмечается 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. Гальки в основном кварцевые или представлены плагиогранитами, метадолеритами и зелеными сланцами, аналогичными 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 керна, 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 [82].

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

Сланцы карбонатсодержащие представляют собой породы зеленовато-серого до темно-серого, почти черного цвета, сланцеватой, реже полосчатой текстуры, лепидогранобластовой (часто с реликтами blastopсаммитовой и blastoалевролитовой), нематогранобластовой структуры. По соотношению породообразующих минералов они представлены кварц-карбонатными, хлорит-карбонатными, кварц-карбонат-хлоритовыми, кварц-карбонат-биотитовыми, кварц-карбонат-амфиболовыми, кварц-карбонат-мусковитовыми, кварц-хлоритовыми, биотит-амфиболовыми, кварц-биотитовыми, кварц-амфиболовыми, эпидот-кварц-биотитовыми, кварц-серицитовыми, кварц-эпидот-биотитовыми разновидностями, переслаивающимися между собой или с доломитами и микрокварцитами. Из аксессуарных минералов часто присутствуют циркон и сфен.

Туфосланцы представляют собой хлорит-тремолит-альбитовые породы тонкокристаллического сложения (0,2–0,3 мм). В 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 преобладающего 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 и перекристаллизованной масс имеют одинаковую морфологию и представляют собой округлые зерна с неровными очертаниями и с разной размерностью (менее 0,1 и до 0,2–0,3 мм). Тремолит представлен удлиненными тонкими пластинами и игольчатыми кристаллами. 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 субидиоморфными кристаллами (до 0,5–1 мм). Часто такие прожилки имеют хлорит-кальцитовый или карбонат-цоизитовый состав.

Доломиты представляют собой среднекристаллические породы с мозаичной структурой. Для минерального состава для скарированных разностей доломитов, образованных на их контакте с тремолит-хлорит-альбитовыми сланцами, характерны содержания доломита от 70 до 90 %, хлорита – 10–20 %, слюд (мусковита, серицита) – 10–15 %, а содержания альбита и тремолита не превышают 5–15 %. Доломит образует кристаллики ромбической формы размером до 0,5 мм, и в более крупные до 2–3 мм перекристаллизованные зерна. В доломите отчетливо проявляется перекрестная спайность, деформированная при дроблении породы. Альбит образует разноориентированные призматические кристаллики размером до 0,5 мм. Для тремолита характерны высокое двупреломление и пестрые цвета интерференции, что по большей части наблюдается в призматических кристаллах размером до 0,5 мм, которые часто замещены 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.

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 перслаивающихся 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), уменьшающийся в юго-восточном направлении. Амплитуда магнитного поля осложнена редкими линейными и изометричными магнитными аномалиями средней и высокой интенсивности, обусловленными присутствием интрузивных тел повышенной основности (габброиды и ультрабазиты). Фоновое понижение уровня магнитного поля и уровня локальных аномалий в юго-восточном направлении может быть объяснено присутствием перекрывающего породы фундамента слоя палеозойских осадочных пород мощностью до 200 м.

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

ВЕРХНЕКАРЕЛЬСКАЯ ЭРАТЕМА

Верхнекарельские образования в пределах листа Р-37-ХV, согласно СЛ-200 [19], представлены осадочными образованиями людиковийского надгоризонта, включающего виленгскую свиту.

Людиковийский надгоризонт

Виленгская свита (KR_2^1VI). Стратотип свиты впервые был описан на р. Виленга. Образования свиты наиболее полно представлены в бассейнах рек Виленга и Кожа (северо-западная часть листа Р-37-IX, Н. В. Альбов, 1939 г.), где они прослеживаются по отдельным обнажениям вкрест простирания почти на 12 км.

В пределах территории листа Р-37-XV образования свиты распространены в его северо-восточной части, где они перекрыты чехлом четвертичных образований и на дневную поверхность не выходят. Область их распространения выделена на геологической карте по результатам интерпретации геофизических данных и по единичным скважинам [56; 62].

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 на смежном с севера листе Р-37-IX скв. 8. В инт. 7,3–48,5 м вскрыта интрузия перидотитов; 48,5–50,5 м – милониты с глиной трения; 50,5–61,2 м – мраморизованные хлорит-карбонатные сланцы кожозерской свиты, пльчатые и интенсивно рассланцованные.

Породы свиты представлены метаморфизованной толщей ритмичного переслаивания аргиллитов, алевролитов и песчаников. По результатам петрографического изучения шлифов из образцов картировочных скважин, расположенных на смежном с севера листе Р-37-IX, а также с учетом материалов предшествующих исследований [56], в разрезе виленгской свиты выделяются: метаалевролиты, метааргиллиты, метапесчаники, метатуфоалевролиты, 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 blastoaleвролитовой, алевроитовой и пелитовой структурами, полимиктовым составом: кварц – 30–60 %, полевой шпат – 10–30 %, серицит – 15–25 %, хлорит – 20–40 %, углеродистое вещество – до 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 часто отмечается примесь углистого вещества, содержание которого варьирует в широких пределах – от первых процентов до образования углистых сланцев, непрозрачных в шлифах (лист Р-37-IX, 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 blastopелитовой структурой, состоящие из тонкозернистого пелитового агрегата, не действующего на 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- и среднезернистые породы зеленовато-серого, серого цветов, blastoсаммитовой структуры. Состоят на 15–50 % из зерен кварца, редких зерен плагиоклаза, цоизита размером до 0,1 мм. Цемент метаморфизован и состоит из агрегата кварца, биотита, амфибола, эпидота, серицита, титаномагнетита.

Метатуфоалевролиты образуют в разрезе свиты прослойки среди металевролитов, метааргиллитов и метапесчаников. Метатуфоалевролиты представляют собой черные породы с blastoaleвролитовой структурой, состоящие из угловатых удлиненных или овальных зерен кварца размером 0,06–1,2 мм (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 породы, макроскопически почти неотличимые от вышеописанных метаосадков, с лепидогранобластовой и гранолепидобластовой мелкокристаллическими (0,3 мм) структурами. Минеральный состав сланцев варьирует в следующих пределах: кварц – 20–60 %, серицит – 30–65 %, хлорит – 20–40 %, доломит – 5–20 %, плагиоклаз – 1–5 %, сульфиды (пирит, пирротин) – 1–5 %. Микроскопически кварц представляет собой зерна с неровными очертаниями и размером 0,2–0,3 мм, слюды (мусковит, серицит) встречаются в чешуйчатой и пластинчатой формах, чаще всего они заполняют межзерновое пространство между зернами кварца. Чешуйчатый хлорит развивается по массе породы и по слюдам. Карбонатизация пород не превышает 5 %. Карбонат представлен мелкими зернами доломитов, которые образуют скопления размером 1–2 мм, которые развиваются по сланцеватости.

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

Породы характеризуются широкими вариациями содержаний 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.

Залегание пород свиты моноклиналиное, падение на северо-восток с углами 5–40° (данные по обнажениям листа Р-37-IX). В пределах листа Р-37-XV угол наклона пород свиты, по данным бурения, составляет 60–80° к оси керна; простирание, по геофизическим данным, северо-западное, согласно общей структуре Ветреного пояса.

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.

ФАНЕРОЗОЙСКАЯ ЭОНОТЕМА

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Образования палеозойской эратемы занимают примерно половину площади территории листа Р-37-XV и залегают с резким угловым несогласием на породах кристаллического фундамента. Отложения представлены терригенными осадками девонской системы и терригенно-карбонатными осадками каменноугольной системы. Стратиграфическое расчленение всех отложений произведено в соответствии с Легендой Карельской серии листов Госгеолкарты-200 [19] с учетом внесенных изменений и дополнений.

ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА, ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Франский ярус

Глинисто-алевритовая толща (D_3ga). Отложения девонской системы на площади листа Р-37-XV, в соответствии с Легендой Карельской серии листов, относятся к франскому ярусу верхнего отдела. Они трансгрессивно залегают на образованиях архея и протерозоя и с угловым несогласием перекрываются терригенной толщей нижнего карбона.

По составу костных остатков ихтиофауны, обнаруженных в отложениях девона в ходе предшествующих исследований [61; 64], в разрезе франского яруса выделялись образования нижнефранского и верхнефранского подъярусов. Однако, в связи с однообразностью разреза и относительно редкой сетью наблюдений, достоверно выделить свиты в разрезе франского яруса не представляется возможным, поэтому образования показаны как нерасчлененные в ранге глинисто-алевритовой толщи верхнего девона (D_3ga).

В центральной и юго-западной частях листа образования глинисто-алевритовой толщи залегают на породах фундамента непосредственно под мощным чехлом четвертичных образований и на дневной поверхности не обнажаются. На востоке и юго-востоке площади они перекрываются нижнекаменноугольными пестроцветными осадками.

Мощность отложений девона непостоянна и меняется в зависимости от палеорельефа фундамента. Максимальная их мощность до 101,5 м (скв. 38) вскрыта на юго-западе листа – на восточном берегу оз. Кенозеро у д. Майлахта [61]. В юго-восточной части площади отложения

толщи вскрыты на полную мощность скв. 31 [82], где она не превышает 53 м. К северу мощность толщи сокращается до 2,4 м (скв. 16).

Отложения толщи преимущественно представлены переслаиванием алевролитов, алевроитов, глин и песчаников.

Образования нижней части разреза толщи развиты на юге территории. Наибольшая мощность (58,5 м) вскрыта скв. 38 на восточном берегу оз. Кенозеро [61], а к северу на склоне Карельского геоблока их мощность уменьшается до полного выклинивания. Под четвертичными отложениями они выходят на дневную поверхность только в наиболее глубоко врезанных участках Кенозерской впадины. Скв. 38 они вскрыты в инт. 101,2–159,7 м, где представлены алевролитами голубовато-серыми, коричневатобурыми слюдистыми тонкослоистыми рыхлыми, с прослоями тонкозернистого слюдистого коричневого песка и темно серым, голубоватым огипсованным песчаником в основании. В голубовато-серых известковистых алевролитах на глубине 110 м были найдены костные остатки рыб, среди которых определены *Psammosteus maeandrinus* (Ag.) [56]. В скв. 37 нижние части разреза сложены белым среднезернистым полевошпатово-кварцевым песчаником с гипсовым цементом, мощностью 0,2 м, который выше сменяется гравелистым кварцевым песчаником с пойкилитовым гипсовым грубоволокнистым цементом и песчаным алевроитом. Песчаник плотный коричневый с серыми пятнами, содержит мелкие остатки рыб, сложен кварцем и обломками его жильных генераций, часто с крупными (10–15 см) хорошоокатанными обломками кварцита. Большая часть зерен и обломков пород угловато-окатанная, реже угловатая. Контуры зерен неровные, иногда со следами коррозии. Выше залегают глины алевроитовые плотные, неслоистые пестрые сиреневого, красновато-коричневого цветов.

В скв. 31 разрез толщи начинается с пачки слабосцементированных несортированных песчаников мощностью 6 м. Песчаники светло-серые разнозернистые, образуют несколько циклов мощностью 1–2 м каждый. В основании циклы содержат гравийные зерна кварца, к верхней части циклитов содержание глинистой примеси увеличивается и породы постепенно сменяются алевроитами, неравномерное распределение глинистой примеси в которых намечает текстуры взмучивания и оползания.

Выше по разрезу залегают пачка тонкопереслаивающихся линзовидно-полосчатых рыжеватобурых глинистых алевроитов, светло-бурых песчаников и буровато-красных алевроитистых глин. В верхней части превалируют слои песчаника, отчетливо проявлены текстуры оползания, на межпластовых поверхностях отмечаются чешуйки светлой слюды. Они сменяются пачкой слабосцементированных кварцевых песчаников с маломощными прослоями алевролитов и глин. Отличительной особенностью пачки от нижележащих образований является постоянное наличие косоугольной слоистости практически во всех циклах песчаников и наличие карбоната в алевроитовом цементе. Количество карбонатного материала увеличивается в прослоях и линзах алевролитов и алевроитистых глин. Постоянно встречаются мелкие (не более 1 см в поперечнике) обломки панцирей рыб.

Верхняя часть разреза толщи вскрыта скважинами на всей площади ее развития.

На юге площади отложения представлены бурными ожелезненными рыхлыми слюдистыми песчаниками мощностью до 17 м (скважины 37, 38).

В восточной части листа отложения верхней части разреза сложены тонким, в значительной степени нарушенным биотурбациями, линзовидно-полосчатым чередованием песчаников тонкозернистых зеленовато-серых, алевроитов и алевроитистых глин буровато-красных (скв. 31). В некоторых прослоях отмечается наличие мелкого карбонатного раковинного детрита (брахиоподы, фораминиферы). Выше залегают пачка мощностью 25 м тонко-мелкозернистых песчаников с прослоями алевроитистых глин и глинистых алевроитов, бурых глин при подавляющем преобладании песчаников. Алевролиты образуют тонкие прослойки, часто содержащие остатки ихтиофауны, среди которых определены остатки представителей семейства *Osteolepidae*, а также *Psammosteus falcatus* Obr., *Bothriolepis* sp., *Glyptolepis* sp. и др. [61].

Севернее и западнее там, где отложения верхней части толщи ложатся на породы фундамента, в основании отмечаются конгломераты, представленные хорошоокатанными гальками гранита, сланцев, кварцита. Размер гальки достигает 5–10 см, а мощность пачки конгломератов – до 17 м (скважины 11, 13, 14, 15).

В целом отложения глинисто-алевроитовой толщи характеризуются однообразием минерального состава, особенно выдержан состав легкой фракции. В тяжелой фракции наблюдается увеличение рудных минералов вблизи выхода кристаллических пород. Отчетливо возрастает роль

минералов, свойственных кислым породам (значительно увеличивается содержание кварца, слюды, циркона, турмалина, рутила, граната, появляется апатит). Это свидетельствует о том, что во франское время основным источником сноса являлись породы водлозерского блока.

Породы франского яруса верхнего девона длительное время не были перекрыты и подвергались процессам выветривания, что нашло отражение в изменении химического состава глинистых пород, прослеживаемое по разрезу скв. 36. При сравнении величин содержаний отдельных компонентов по вертикали отмечается уменьшение содержания закиси азота в верхней части разреза, что говорит о начавшихся процессах окисления. На внешнем облике породы начальные этапы ее химического преобразования сказываются в появлении пестрой пятнистой окраски [61].

Мощность образований глинисто-алевритовой толщи верхнего девона достигает 101,5 м.

КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Отложения каменноугольной системы на территории листа Р-37-ХV представлены всеми тремя отделами. Они распространены в юго-восточной части территории, трансгрессивно перекрывая более древние образования верхнего девона и кристаллического фундамента.

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Нижнекаменноугольные отложения представлены образованиями визейского яруса в составе тульского, алексинского, михайловского и веневского горизонтов и образованиями серпуховского яруса в составе тарусского, стешевского и протвинского горизонтов.

Разрез нижнекарбонных образований начинается терригенными песчано-глинистыми отложениями визейского яруса и завершается морскими карбонатными осадками серпуховского яруса. Общая мощность нижнего карбона незначительно меняется в зависимости от рельефа верхнедевонской поверхности; максимальная (вскрытая в пределах площади листа) мощность установлена в центральной части территории, в скв. 30, и составляет 85,4 м [61].

Визейский ярус. Верхний подъярус

Иксинская свита, лядинская и марковская толща объединенные ($C_{1k}+mг$). В составе терригенных отложений верхневизейского подъяруса по литологическим признакам выделяются три толщи, которые по аналогии с сопредельными районами (лист Р-37-ХVI) условно сопоставляются с иксинской свитой, лядинской и марковской толщами в составе соответственно тульского, алексинского и михайловского горизонтов.

Ввиду малой мощности подразделений и невозможностью их отображения на геологической карте и разрезе они показаны как объединенные – $C_{1k}+mг$. Их суммарная мощность не превышает 49,4 м.

Тульский горизонт. *Иксинская свита.* В составе иксинской свиты условно выделяется две толщи – подрудная и бокситовая.

Литологический состав и мощность подрудной толщи очень изменчивы и зависят от рельефа подстилающего ложа. В целом он представлен песчано-глинистыми пестроцветными осадками. От нижележащих девонских осадков эти отложения отличаются заметным содержанием каолинита и, в ряде случаев, наличием галек кварца.

Бокситовая толща представляет собой своеобразное образование, сложенное породами, обогащенными бокситовыми минералами и каолинитом. Бокситовые породы вскрыты скважинами 22, 18, 25, 24, 26 (проявление Треугольное) и описываются как розовато-коричневые сахаристые, жирные на ощупь образования с редкими включениями мелких (0,1–0,2 см) железистых бобовин бурого цвета. Мощность бокситовых пород изменяется от 6,2 м (скв. 26) до 16 м (скв. 18).

Пространственно проявления бокситов тяготеют к выступам и склонам фундамента и локализируются в эрозионно-тектонических впадинах, образовавшихся по разломам субширотного и северо-западного направлений.

Алексинский горизонт. *Лядинская толща* фактически является надрудной. Она сложена часто переслаивающимися линзовидными прослоями глин, алевритов и песчаников. Нижние части разреза, как правило, обогащены каолинитом и связаны постепенным переходом с ниже-

лежащей иксинской толщей. Окраска пород пестрая с преобладанием буровато-красной, коричневой с зеленовато-серыми и желтоватыми пятнами.

В отличие от верхнедевонских отложений в иксинской и лядинской толщах отмечается резкое уменьшение слюдистости, увеличение содержания циркона и эпидота, что свидетельствует о существенных изменениях физико-географических условий и смене области сноса.

Максимальные суммарные мощности иксинской и лядинской толщ – 38,2 м (скв. 30), 23 м (скв. 37) – приурочены к понижениям в рельефе девонской поверхности, к подножью невысоких склонов, с которых происходил снос материала. В северо-восточном направлении наблюдается ее уменьшение до 18,2 м в скв. 9 и 2,8 м на склоне фундамента (скв. 14).

Михайловский горизонт. *Марковская толща.* К отложениям марковской толщи условно отнесена пачка алевроитовых глин коричнево-бурых, желтоватых, красноватых, содержащих более или менее значительное количество железистых бобовин. В пределах площади листа максимальная мощность в 11,2 м зафиксирована в разрезе скв. 30. По сравнению с отложениями нижележащих образований в составе легкой фракции увеличивается содержание кварца до 87,6% (скв. 27) и полевого шпата – до 23%, в большинстве проб присутствует анальцит (до 4%, скважины 27, 28). В составе тяжелой фракции существенно уменьшается содержание циркона, рутила и турмалина. Набор и количество минералов по отдельным скважинам существенно изменяются, что свидетельствует о непостоянстве условий сноса, но общая закономерность сохраняется та же, что и для тульского и алексинского горизонтов [61].

Мощность толщи варьирует в очень широких пределах – от 11,2 м до полного выклинивания.

Визейско-серпуховский ярус

Веневский, тарусский и стешевский горизонты нерасчлененные. Толща осадков, залегающая между железненными глинами марковской толщи михайловского горизонта визейского яруса и морскими карбонатными отложениями протвинского горизонта серпуховского яруса, соответствует верхней части визейского и нижней части серпуховского яруса в объеме веневского, тарусского и стешевского горизонтов. В составе нерасчлененного веневско-стешевского горизонта выделяются ухабская толща, отнесенная к веневскому горизонту, и залегающая на ней треугольная толща (тарусско-стешевский горизонт). Анализ всех ранее проведенных работ, в т. ч. по сопредельной с востока территории, показывает, что отложения веневско-стешевского горизонта повсеместно выделяются как единая пачка терригенных красноцветов и разделить ее на отдельные толщи не представляется возможным. В связи с этим отложения ухабской и треугольной толщ предлагается рассматривать как нерасчлененные.

Ухабская и треугольная толщи нерасчлененные (C₁uh-tr). Отложения ухабской и треугольной толщ залегают главным образом на глинах марковской толщи, а на склонах выступов – на породах девона или кристаллического фундамента, перекрываются карбонатами протвинского горизонта. Наиболее полные их разрезы наблюдаются в депрессиях, а уменьшение мощностей до полного выклинивания – на выступах нижележащих пород.

Отложения представлены в основном пестроцветными известковистыми и алевроитовыми глинами, часто слюдистыми огипсованными. Окраска – зеленовато-желтая, коричневая, вишнево-красная с зеленовато- и голубовато-серыми пропластками. Состав глин монмориллонит-гидрослюдистый, редко отмечен хлорит и каолинит. Ближе к выступам и только иногда в средней части толщи наблюдаются мощные (до 5–10 м) горизонты кварц-полевошпатовых мелкозернистых песков и слабосцементированных песчаников. Цемент в песчаниках глинистый, карбонатно-глинистый, редко железисто-карбонатно-глинистый.

В южной части площади по скважинам 38, 32, 37, 30 прослеживается следующий характер разреза. В основании на отложениях михайловского горизонта лежит пачка светло-серого мергеля и ясноплитчатого доломита с прослоями красной известковистой глины. Далее залегают светло-коричневые алевроиты, выше которых наблюдаются карбонатные породы, представленные тонкоплитчатыми доломитизированными известняками с прослоями органогенных известняков со следами выщелоченной фауны плохой сохранности. Верхняя часть толщи сложена известковистыми пестроцветными глинами.

Минеральный состав отложений ухабской и треугольной толщ отличается таким же непостоянством, как и марковской. В направлении с юга на север и по отдельным скважинам резко изменяется содержание рудных минералов и лейкоксена, увеличивается слюдистость, циркон в

количестве до 20 % присутствует везде, на севере (скв. 13) содержание эпидота достигает 14 % и роговой обманки – 8 %. В составе легкой фракции полевой шпат отмечается в количестве до 26 %. На юге в заметных количествах появляется карбонат до 17 % (скв. 32). Отмечается постоянное присутствие анальцима. Глинистые минералы в основной массе представлены монтмориллонитом и каолинитом.

Органические остатки в характеризуемых осадках практически отсутствуют. На сопредельной с востока территории встречен прослой тонкозернистого песчанистого доломита с неопределимыми отпечатками ядер пелиципод и фораминифер.

Мощность ухабской и треугольной толщ (нерасчлененных) варьирует в широких пределах, достигая 23,5 м.

Протвинский горизонт. Вахновская толща (C₁vh). Отложениями вахновской толщи протвинского горизонта заканчивается серия нижнекаменноугольных осадков, развитых на территории листа. Они без резкого перехода лежат на отложениях визейского яруса, в верхах которого уже появились прослой карбонатных пород. Литологический облик горизонта очень выдержан по латерали. Горизонт сложен известняками, доломитизированными известняками и доломитами, переслаивающимися с известковистыми глинами и мергелями. Известняки и доломиты зеленовато-серого, часто белого цвета, плотные тонкоплитчатые, иногда с раковистым изломом. Для толщи характерна сильная трещиноватость и кавернозность, образованная за счет спорадически проявленных карстовых процессов. Каверны и трещины выполнены голубовато-зеленой, реже красной глиной или кристаллами полупрозрачного кальцита, что придает породам мраморовидный облик.

В известняках на плоскостях напластования встречаются отпечатки брахиопод *Striatifera striata* Fisch., фораминифер *Eostaffella* cf. *paraprotvae* (Raus.), *Eostaffella* cf. *constricta* Gan.

Мощность отложений вахновской толщи в депрессиях достигает 16,9 м (скв. 37) и уменьшается до 0,9 м (скв. 11) вплоть до полного выклинивания на склоне фундамента.

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Московский ярус

Отложения среднего отдела карбона на площади листа Р-37-ХV представлены московским ярусом в составе каширского, подольского и мячковского горизонтов, трансгрессивно залегающими с большим стратиграфическим перерывом на осадках протвинского горизонта серпуховского яруса.

Каширский горизонт. Ильинская толща (C₂il). Карбонатными отложениями ильинской толщи каширского горизонта московского яруса начинается серия морских осадков среднего и верхнего карбона, слагающих карбоновое плато.

Отложения ильинской толщи трансгрессивно залегают на осадках нижнего карбона, а выше по разрезу перекрываются породами подольского горизонта.

Литологический состав отложений каширского горизонта довольно своеобразен. В основании разреза часто залегают прослой конгломерата мощностью от долей метра до 2–3 м, состоящий из обломков серых, белых афанитовых известняков и доломитов, размером до 3–4 см. Цемент известково-глинистый, мергелистый. Основной объем толщи сложен тонкоплитчатыми известняками, доломитизированными известняками, доломитами, чередующимися с подчиненными прослоями мергеля. Известняки белые плотные, с прослоями органогенно-обломочных разностей, участками сильно окремненные с пропластками зеленовато-серых глин и мергелей, количество которых увеличивается к подошве горизонта. Наблюдается кавернозность за счет выщелачивания остатков фауны и многочисленных ходов бесскелетных детритофагов. Доломиты серые крепкие, с мелкими желваками кремня и редкими небольшими кавернами, выполненными глиной или кристаллами кальцита.

В карбонатных отложениях выявлена многочисленная фауна: фораминиферы *Fusulina* sp., *Schubertella* ex gr. *Obscura* L. et Ch., *Schubertella acuta* Rauz.-Chern., *Fusulinella* sp., *Aljutovella* sp., *Profusulinella ovata* Rauz.-Chern., *Eostaffella* sp., *Tuberitina* sp., *Ammovertella* sp., *Tefrataxis* sp.; брахиоподы *Choristites priscus senilis* A. et Iv., *Choristites* cf. *priscus* (Eich.), *Chonetes carboniferus* Keys. и др. [61].

Северо-восточнее за пределами листа отложения датированы каширским временем по фораминиферам, брахиоподам и конодонтам. Фораминиферы: *Pseudostaffella umbilicata* (Put et

Leont.), *Ps. larionovae polasnesis* Raus et Saf., *Ps. aff. subquadrata* Grozd. et Leb., *Tetrataxis minima* Lee et Chen., *Tuberitina maljavkini* Mikh., *Ps. gorskyi* (Dutk); брахиоподы: *Choristites radiculosus* Ivan., *Meekella venusta* Trd. Установлен наиболее древний комплекс конодонтов, состоящий из одного вида *Neognathodus bothrops* Merrill.

Мощность отложений ильинской толщи колеблется в довольно широких пределах от 8,6 (скв. 23) до 15 м (скв. 25), что обусловлено их залеганием на значительно размытой поверхности осадков протвинского горизонта.

Подольский горизонт. Карасевская толща (C_2ks). Отложения подольского горизонта на территории листа представлены карасевской толщей, которая имеет довольно широкое распространение. Она согласно залегает на осадках каширского горизонта и перекрывается карбонатами мячковского горизонта, а в обнажениях – четвертичными осадками.

Толща сложена известняками, доломитизированными известняками и доломитами с редкими прослоями глин и мергелей, преимущественно в его нижней части. Известняки в верхней части разреза белые мелкозернистые мягкие кавернозные (каверны нередко заполнены песком), закарстованные, местами доломитизированные, с пустотами, выполненными кальцитом. Встречаются тонкие прослои органогенно-обломочного известняка. Ниже известняк доломитизированный хрупкий, кавернозный, обломочного облика, с прослоями органогенно-обломочных. В основании горизонта лежит известняк доломитизированный светло-серый мелкозернистый, участками грубобрекчированный, со следами залеченного карста. В ходе работ по ГДП-200 [82] известняки карасевской толщи были отмечены в обнажениях 35 и 33 в придорожных карьерах. Известняки кремового до белоснежного цвета с множественными остатками фауны (брахиоподы, ругозы, гастроподы и иглы морских ежей), нередко с отчетливыми следами карстовых процессов – со множеством каверн и трещин. Местами ярко проявлена плитчатость (плитки мощностью до 10–12 см).

В карасевской толще установлен разнообразный комплекс фауны, указывающий на подольский возраст вмещающих их пород. Фораминиферы: *Fusulina samarica* Reus. et Bel., *Fusulinella* ex gr. *bocki* Moell., *Fusiella* aff. *typica* L. et Ch., *Pseudostaffella* ex gr. *sphaeroidea* Lam., *Pseudostaffella* sp., *Ozawainella mosquensis* Rauz.-Chern., *Schubertella* sp., *Glomospura* sp., *Fuberitina* sp., *Palaeonubecularia* sp., *Textularia* sp., *Bradyina* sp.; брахиоподы: *Brachythyryna* cf. *Strangwaysi* (Vern.), *Brachythyryna* cf. *Subcarnica* (Ilov.), *Brachythyryna* sp., *Chonetes carboniferus* Keys., *Phricodothyris* cf. *Asiatica* (Ch.), *Buxtonia subpunctata* Lich.; гастроподы *Bellerophon* sp., пелелиподы *Nuculopsis beyrichi* Meek.

Наибольшая полная мощность карасевской толщи (35 м) отмечена в центральной части карбонового плато (скважины 32, 30), где она перекрывается карбонатными породами вексозерской толщи мячковского горизонта.

Мячковский горизонт. Вексозерская толща (C_2vk). Отложения вексозерской толщи мячковского горизонта, венчающие разрез среднего отдела карбона, слагают поверхность карбонового плато и обнажаются в бортах долин мелких рек, прорезающих его склоны. Породы согласно залегают на осадках подольского горизонта и перекрываются карбонатами верхнего карбона, а в обнажениях – четвертичными осадками. Представлены отложения вексозерской толщи преимущественно известняками массивными органогенно-обломочными, кристаллически-зернистыми, участками доломитизированными, с маломощными пропластками и гнездами розовато-коричневых глин и мергелей.

Полная мощность толщи (15,6 м) вскрыта только в скв. 32, где она перекрывается известняками верхнего карбона, а на остальной площади своего развития лежит под четвертичными образованиями. В разрезе этой скважины известняки зеленовато-серого и желтовато-белого цветов, скрытокристаллические тонкоплитчатые, с прослоями органогенно-обломочных известняков и доломитов. В карстовой зоне породы трещиноватые, разрушенные до «муки». В известняках определены: фораминиферы *Fusulinella* ex gr. *bocki* Moell., *Fusulina* sp., *Pseudostaffella* sp., *Ozawainella mosquensis* Rauz.-Chern., *Pseudoendothyra pseudosphaeroidea* (Dutk.), *Choristites sowerbyi* Fisch. [61].

В разрезе скв. 29 преобладают известняки светло-серые плотные с прослоями органогенно-обломочных известняков, в которых определена следующая фауна: фораминиферы *Fusulina* sp., *Fusulinella bocki* Moell., *F. pulchra* Rauz.-Chern. Et Belyaev, *Ozawainella angulata* (Col.), *Ozawainella mosquensis* Rauz.-Chern., *Ozawainella* sp., *Fuberitina* sp., *Tolypammmina* sp., *Climacammmina* sp., *Bradyina* sp.; брахиоподы *Brachythyryna* cf. *Strangwaysi* (Vern.), *Choristites trautscholdi* Stuck., *Brachythyryna* cf. *subcarnica* (Ilov.), *Marginifera* sp., *Dictyoclostus* sp. [61].

В центральной части карбонового плато скв. 30 под четвертичными отложениями вскрыт разрез толщи мощностью 13,2 м, сложенный известняками зеленовато-серыми мелкозернистыми доломитизированными, участками трещиноватыми, пористыми, разрушенными до мучнистых. В подошве известняк кавернозный за счет выщелоченной фауны. Из верхних слоев известняка определены фораминиферы: *Fusulinella subpulcha* Put., *Fusulinella* ex gr. *bocki* Moell., *Fusulina* sp., *Ozawainella mosquensis* Rauz.-Chern., *Ozawainella* aff. *loerentheyi* Rauz.-Chern. [61].

Максимальная вскрытая мощность вексозерской толщи составляет 15,6 м.

ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Касимовский ярус

Кривякинский горизонт. Емецкая толща (С_{3em}). Емецкая толща представлена пачкой карбонатных пород, которая в отличие от нижележащих отложений характеризуется присутствием глинистой составляющей. Осадки емецкой толщи развиты только в юго-восточной части территории – в районе самой высокой части карбонового плато. Они согласно залегают на карбонатах вексозерской толщи и перекрываются четвертичными осадками. В пределах листа предположительно вскрыты только нижние части разреза.

В основании толщи скв. 32 вскрыта пачка переслаивания мощностью 5,9 м глин известковистых кирпично-красного и зеленовато-серого цветов с продуктами *Dictyoelustus* cf. *Inflatiformis* Lich. и известняков характерной кирпично-красной окраски скрытокристаллических плотных, участками трещиноватых и пористых. В известняках были определены брахиоподы: *Choristites* sp., *Marginifera* sp., *Chonetes carboniferus* Kevs., *Dictyoelustus* cf. *Inflatiformis* Lich. [61].

Выше по разрезу залегает известняк тонкоплитчатый доломитизированный тонкокристаллический, кавернозный, трещиноватый с прослоями известняка органогенно-обломочного желтоватого пористого с редкими включениями раковин брахиопод *Choristites* sp.

На сопредельной с востока территории, где породы толщи имеют более широкое распространение, установлен комплекс фораминифер, в т. ч. руководящих для кривякинского горизонта – *Fusiella lancetiformis* Put., *Protriticites* sp.

Мощность толщи в пределах листа составляет 12 м.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА

Кайнозойская эратема в пределах листа Р-37-ХV представлена выделяемыми условно нерасчлененными неоген-нижнечетвертичными отложениями, а также отложениями неоплейстоцена и голоцена.

НЕОГЕНОВАЯ–ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМЫ НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ

Нерасчлененные отложения, предположительно неоген-четвертичного возраста, распространены крайне ограниченно, они отмечены в единственной скв. 45 (инт. 171,0–172,0 м, абс. отм. от –46 до –47 м), расположенной в долине р. Кена у д. Караник.

Аллювиальные отложения (aN₂–EII?) представлены конгломератами светло-коричневыми, весьма плотными крупногалечными полимиктовыми с преобладанием галек карбоновых известняков и доломитов; цемент глинисто-песчаный. Мощность отложений – 1 м, они залегают на коренных породах ложа палеодолины и перекрыты отложениями, предположительно отнесенными к аллювию свирского горизонта (нижний неоплейстоцен). Наиболее вероятно, что это аллювий, образовавшийся в начальный период формирования палеодолины р. Кена. С очень большой долей условности отложения можно сопоставить с выделяемой в легендах смежных групп листов ГДП-200 грязовецкой свитой (a,l,laN₂–Egz?).

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

НЕОПЛЕЙСТОЦЕН

Четвертичные образования покрывают территорию листа Р-37-ХV практически сплошным чехлом; незначительные по площади выходы коренных пород вскрыты лишь в эрозионных обрывах рек, на структурно-денудационных уступах, а также на немногочисленных денудационных скалах-останцах. Формирование комплекса четвертичных отложений происходило в результате многократного наступления и деградации ледниковых покровов (с сопутствующими им флювиогляциальными процессами), перемежавшимися периодами формирования и эволюции крупных озерных и ледниково-озерных бассейнов. Мощность четвертичных образований варьирует от первых до первых десятков метров (в областях развития краевых ледниковых образований); их максимальная мощность установлена в пределах Кенозерской впадины – более 186 м [64].

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-ХV установлены отложения различного генезиса, относящиеся к нижнему, среднему и верхнему звеньям неоплейстоцена, к нерасчлененным верхнеплейстоцен-голоценовым образованиям и к голоцену. Наиболее широко распространены залегающие на поверхности отложения голоцена и ошашковского горизонта верхнего звена неоплейстоцена, отложения более древних горизонтов наблюдаются лишь в погребенном состоянии, при этом отложения среднего и нижнего звеньев отмечены лишь на отдельных участках, как правило, в глубоко врезанных погребенных долинах.

Нижнее звено

Нижнее звено представлено, предположительно, аллювиальными, озерно-аллювиальными и озерными отложениями свирского горизонта, а также ледниковыми отложениями окского горизонта. Они локально распространены в нижней части разреза палеодолины р. Кена, где и были вскрыты картировочными скважинами предшественников.

Свирский горизонт. Озерные, аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения (l_a, l_asv?) вскрыты некоторыми скважинами в притальвеговой зоне палеодолины р. Кена на абс. отм. от –5 до –94 м. Отложения представлены супесями, песками (в т. ч. гравийными) и галечниками. Максимальная (неполная) вскрытая мощность отложений – 32,2 м. Отложения залегают на неоген-четвертичных конгломератах, реже – на коренных породах, а перекрываются мореной окского горизонта. Следует отметить, что в большинстве случаев в отложениях свирского горизонта отмечается заметное огрубление обломочного материала вниз по разрезу.

Скв. 21 в палеодолине р. Кена вскрыт следующий разрез предположительно свирских отложений (описание производится снизу вверх).

1. Пески серые разномерные сортированные полимиктовые, включающие до 10 % хорошоокатанной гальки, а также единичные мелкие валуны	86,05–161,4 м
2. Пески серые разномерные (среднемерные)	161,4– 159,5 м
3. Супеси темно-серые плотные, с примесью песков разномерных полимиктовых, в подошве слоя – прослой суглинков с линзами песка мощностью 5 см	159,5–159,35 м
4. Пески серые разномерные полимиктовые включают до 10–15 % гравия (преимущественно карбонатных пород)	159,35–159,0 м
5. Супеси светло-коричнево-серые	159,0–158,7 м
6. Суглинки легкие коричнево-серые	158,7–156,0 м
7. Глины ленточные коричнево-серые пятнистые	156,0–153,75 м
8. Глины светло-коричневые слоистые с песчанистыми прослоями мощностью до 0,3 см	153,75–152,75 м
9. Глины коричнево-серые плотные	152,75–152,4 м

10. Глины светло-коричневые слоистые, с серыми песчанисто-пылеватыми прослойками (до 1 мм), наклоненными под углом 8–10° к оси зерна	52,4–151,15 м
11. Глины коричнево-серые плотные	151,15–149,85 м

Вскрытая мощность отложений – 32,2 м.

В материалах предшественников [61; 64] отложения этого интервала условно были отнесены к подморенному флювио- и лимногляциалу окского горизонта, однако подобная интерпретация вызывает определенные сомнения, поскольку мощность отложений (свыше 32 м) существенно превосходит предельные мощности окского подморенного флювио- и лимногляциала (10–15 м), допускаемые современными легендами смежных Ильменской и Онежской серий ГК-200. При этом мощность подморенных отложений не менее чем в 1,5 раза превышает мощность перекрывающей их морены, а надморенный флювио- и лимногляциал этого оледенения предшественники не выделяют вообще.

Следует отметить, что в нижней части разреза скв. 16, также расположенной в пределах палеодолины р. Кена, на абс. отм. от –16 до –47 м также вскрыты глинисто-песчаные отложения, которые на контакте с коренными породами сменяются галечниками [64]. На основании присутствия в спорово-пыльцевом спектре этих отложений реликтовых видов хвойных, теплолюбивых видов сосны и граба, а также папоротника *Osmunda Э. С. Плешивцевой* сделан вывод о нижнечетвертичном (доокском) возрасте этих отложений; перекрывающие их супеси и гравийные пески отнесены к флювио- и лимногляциалу окского горизонта.

Учитывая все вышеприведенное, отложения нижней части разреза палеодолины р. Кена отнесены к более древнему, свирскому горизонту нижнего неоплейстоцена, ранее не выделявшемуся на территории листа Р-37-ХV. При этом верхняя часть разреза скв. 21 (инт. 149,85–159,0 м) имеет, по-видимому, озерный генезис, средняя (159,0–161,4 м) – озерно-аллювиальный, а нижняя (161,4–186,05) – аллювиальный.

Окский горизонт. Ледниковые образования (glok) вскрыты картировочной скв. 21 в палеодолине р. Кена, они представлены плотными коричнево-серыми и коричневатобурными валунными суглинками, включающими маломощные прослои и линзы глин и песков. Валуны и галька кремнистых, карбонатных, метаморфических и магматических пород плохоокатанные; содержание гравийно-галечного материала достигает 30 %, валунов – до 25 %. Мощность окской морены варьирует от 6 до 26 м, она залегает на коренных породах ложа палеодолины или на аллювиальных, озерно-аллювиальных и озерных отложениях свирского горизонта [64]. Возраст ледниковых отложений окского горизонта установлен исходя из возраста перекрывающих их палинологически охарактеризованных озерных отложений лихвинского горизонта среднего звена неоплейстоцена.

Флювиогляциальные отложения (flok) вскрыты в палеодолине р. Кена (скв. 20). Они представлены коричнево-серыми средне- и крупнозернистыми песками, содержащим споры и пыльцу очень плохой сохранности (сильно поврежденную). Мощность флювиогляциальных отложений достигает в этой скважине 18 м. Флювиогляциал залегает на коренных породах или на окской морене и перекрыты ледниково-озерными отложениями окского возраста или озерно-аллювиальными отложениями лихвинского горизонта.

Ледниково-озерные отложения (lglok), вскрытые в интервале абс. отм. от –12 до –19 м (скв. 16), представлены коричневыми мелко- и тонкозернистыми песками с прослоями глины и алевритами с прослоями и гнездами песка мощностью 7 м. Они подстилаются ледниковыми и флювиогляциальными отложениями окского горизонта и перекрываются озерными отложениями лихвинского горизонта, а также флювиогляциалом и мореной днепровского горизонта. В спорово-пыльцевом спектре этих отложений, вскрытых скв. 16 в инт. от –7 до –11 м, содержание пыльцы трав достигает 35 %, пыльцы древесных пород – до 48 %, а спор – до 22 %. Среди древесных пород преобладает пыльца берез (до 45 %), участие хвойных значительно меньше (сосны до 28 %, ели до 20 %), участие кустарничковых берез невелико (до 10 %). В составе пыльцы травянистых растений доминирует полынь рода *Artemisia* (50–54 %), существенным компонентом является пыльца злаков (до 24 %), пыльцы из семейств разнотравья мало (до 8 %). В составе спор преобладают сфагновые мхи (до 63 %), количество спор папоротников незначительно (до 15 %). Среди плаунов отмечены как лесные (*Lycopodium clavatum*), так и тундровые (*Lycopodium alpinum*) виды. Подобные палинокомплексы охарактеризованы Э. С. Плешивцевой как соответствующие суровой (холодной и сухой) перигляциальной обстановке в области существования ледниково-озерного водоема.

Среднее звено

Среднее звено неоплейстоцена представлено на территории листа Р-37-ХV в полном объеме отложениями лихвинского горизонта и среднерусского надгоризонта, включающего днепровский, горкинский и московский горизонты. Лихвинский и днепровский горизонты вскрыты картировочными скважинами в палеодолине р. Кена, отложения горкинского и московского горизонтов имеют более широкое распространение.

Лихвинский горизонт. Озерно-аллювиальные отложения (lallh) отмечены в разрезах картировочных скважин в интервале абс. отм. от –0 до –30 м. Они, по-видимому, распространены фрагментарно, поскольку в некоторых случаях этот горизонт выпадает из разреза, замещаясь преимущественно отложениями нижележащего окского горизонта (флювио- и ледниково-озерными). Озерно-аллювиальные отложения представлены в основном глинами, реже – алевролитами, суглинками, песками. Осадки, вскрытые скв. 49 в палеодолине р. Кена на абс. отм. от –1 до –22 м, имеют следующий разрез.

1. Алевролиты коричневые плотные слоистые, с линзами песка	120,25–116,25 м
2. Глины коричневые плотные слюдястые с горизонтальными и наклонными (до 10°) прослоями песка мощностью до 14 мм	16,25–111,5 м
3. Глины коричнево-серые плотные	111,5–99,3 м
4. Суглинки бурые плотные, с мелким гравием	99,3–97,65 м
5. Пески разнозернистые с гравием карбонатных пород	7,65–97,05 м

Мощность отложений – до 21 м, они подстилаются водно-ледниковыми отложениями и мореной окского горизонта и перекрыты днепровской мореной. Генезис отложений лихвинского горизонта определялся как озерный [61; 64], однако, исходя из описаний соответствующих интервалов колонок буровых скважин, генезис этих отложений преимущественно озерно-аллювиальный. На это указывает присутствие во всех разрезах горизонта либо линз и прослоев (в т. ч. косослоистых) крупнозернистого песка, либо достаточно большое (до 10–15 %) содержание гравия и гальки.

В спорово-пыльцевом спектре инт. 111–119 м здесь преобладает пыльца древесных пород, в которых доминирует пыльца березы (81 %), доля хвойных пород (сосны и ели) составляет 28 %, ольхи – до 5 %; отмечена также единичная пыльца широколиственных пород (дуб, граб, ива). Среди трав преобладают ксерофиты (в т. ч. полынь) – до 70 %, среди спор – сфагновые мхи (до 89 %). В целом растительность характеризует чередование березовых редколесий с остепененными участками, существовавших в условиях умеренно-холодного (близкого к современному) климата [61]. Не исключено, что верхняя часть приведенного разреза (в инт. от 97 до 99 м) является подморенным флювио- и лимногляциалом последующего, днепровского оледенения. На смежном с восточной стороны листе Р-37-ХVI Онежской серии листов ГДП-200 лихвинскому горизонту соответствуют озерные отложения трубайского горизонта – супеси, суглинки и глины, наблюдаемые в интервале абс. отм. от –26 до 18 м, их возраст и генезис определяются на основании спорово-пыльцевого и диатомового анализов.

Среднерусский надгоризонт

Днепровский горизонт. Отложения днепровского оледенения представлены ледниковыми, флювиогляциальными и ледниково-озерными отложениями, все они локализованы в погребенной долине р. Кена, где и вскрыты картировочными скважинами.

Ледниковые образования (gldn) выполняют палеодолину р. Кена в интервале абс. отм. от –50 до 40 м, они представлены валунными суглинками и тяжелыми супесями. Следует отметить, что достаточно часто в толще валунных суглинков днепровской морены отмечаются прослойки гравийников, а также супесей, суглинков и глин (иногда слоистых), которые либо полностью лишены крупнообломочной фракции, либо содержат лишь мелкий гравий (до 10 %) и единичную гальку. Возможно, эти прослойки представляют собой литологические неоднородности морены (в т. ч. эрратические блоки более древних отложений), однако не исключено, что они являются над- и подморенными флювио- и лимногляциалом отдельных стадий днепровского оледенения.

Максимальная их мощность – 76 м вскрыта скважиной у д. Тарасово в инт. 60,4–136,4 м [61]. Отложения залегают на коренных породах, водно-ледниковых отложениях днепровского

и окского горизонтов, а также на отложениях лихвинского межледниковья, перекрываясь флювиогляциальными и ледниково-озерными образованиями днепровского горизонта, а также озерными отложениями горкинского горизонта.

Флювиогляциальные отложения (flldn), перекрывающие днепровскую морену, распространены в палеодолине р. Кена в интервале абс. отм. от –16 до 45 м; это гравийники, галечники и разнотернистые пески мощностью до 16 м, перекрытые ледниково-озерными отложениями днепровского горизонта или московской мореной. Помимо надморенного флювиогляциала в разрезах днепровского горизонта, по всей видимости, присутствуют также и подморенные флювиогляциальные отложения, которые залегают на отложениях окского и лихвинского горизонтов.

Ледниково-озерные отложения (lgldn) распространены в палеодолине р. Кена в интервале абс. отм. от –10 до 45 м; следует отметить, что ледниково-озерные отложения вскрываются значительно меньшим количеством скважин, нежели флювиогляциальные. Отложения представлены глинами, супесями и тонкозернистыми песками (иногда с незначительным количеством мелкой гальки) мощностью до 27 м, которые подстилаются днепровскими ледниковыми и флювиогляциальными отложениями и перекрываются отложениями горкинского и московского горизонтов [61; 64]. В разрезе отдельных скважин наряду с надморенным отмечается и подморенный лимногляциал, отличающийся более глинистым составом отложений; он подстилается отложениями окского и лихвинского горизонтов.

Горкинский горизонт. Вопрос о наличии на рассматриваемой территории отложений горкинского горизонта является спорным. В любом случае отложения горкинского горизонта имеют незначительное распространение и могут быть выделены лишь с большой долей условности. По результатам изучения литологических разрезов картировочных скважин нам представляется возможным предположительно выделить отложения горкинского горизонта в погребенных долинах рек Кена и Ундоша.

Озерные отложения (lllgk?) горкинского горизонта выделены предположительно в скв. 19 в инт. 48,7–60,9 м (абс. отм. – 29,1–41,3 м). В этом интервале вскрыта серо-коричневая известковистая глина, плотная слоистая, с белыми известковистыми пленками по слоистости. Мощность отложений – 12,2 м, они перекрыты московской мореной и подстилаются флювиогляциальными и ледниковыми отложениями днепровского горизонта [61]. Возраст и генезис отложений предполагаются исходя из их стратиграфического и гипсометрического положений, а также литологического состава.

Озерно-аллювиальные отложения (lallgk?) вскрыты скв. 21 в палеодолине р. Кена в интервале абс. отм. от 16 до 38 м. Разрез отложений следующий (описание производится снизу вверх).

1. Суглинки серые легкие косослоистые (мощность слоев 1–2 мм, угол падения 40°)	86,2–85,2 м
2. Суглинки темно-серые легкие сильно перемятые, с прослоями темно-серой глины и галькой кристаллических и осадочных пород (до 15 %)	85,2–83,9 м
3. Алевриты светло-коричневые плотные косослоистые (угол падения слоев 20–30°) и волнистослоистые (типа знаков ряби), в подошве слоя редкая мелкая галька карбонатных пород	83,9–82,8 м
4. Суглинки коричневатые-серые плотные, с редкой галькой (до 5 %)	82,8–79,9 м
5. Пески светло-серые разнотернистые	79,9–79,8 м
6. Супеси коричневые плотные, с включением до 15 % мелкой гальки	79,8–79,4 м
7. Алевриты светло-коричневые плотные	79,4–77,6 м
8. Супеси светло-коричневые плотные косослоистые (мощность слоев 1–2 мм, угол падения 15–20°), с мелко- и тонкозернистым песком, содержат до 25 % мелкой гальки и гравия	77,6–65,4 м
9. Суглинки светло-коричневые плотные плитчатые, с единичной галькой	65,4–65,2 м
10. Супеси светло-коричневые плотные, с единичными галькой и гравием	65,2–64,25 м
11. Супеси светло-коричневые плотные, в кровле слоя – гравийные, с галькой магматических и карбонатных пород	64,25–63,9 м

Общая мощность разреза – 22,3 м, отложения подстилаются водно-ледниковыми образованиями днепровского горизонта и перекрываются флювиогляциальными отложениями московского горизонта. Основанием для отнесения отложений к горкинскому горизонту послужило их расположение между двумя мореноподобными горизонтами, от которых они существенно отличаются более светлым и рыжеватым цветом, что может быть обусловлено более теплой обстановкой осадконакопления, а также литологическим составом, достаточно схожим с известными разрезами горкинских отложений.

Аллювиальные отложения (allgk?) вскрыты скв. 19 в палеодолине р. Ундоша. Здесь в интервале абс. отм. от 23 до 39 м распространены весьма плотные конгломераты, состоящие из гальки и гравия кварца, метадиабазов и гранитов с железистым песчано-глинистым цементом. Мощность отложений – 15,8 м, они залегают на протерозойских песчаниках коренного ложа палеодолины и перекрываются галечно-гравийными песками (вероятно, флювиогляциальными) мощностью 14 м, которые, в свою очередь, перекрыты отложениями микулинского межледниковья, достоверно охарактеризованными спорово-пыльцевым и диатомовым анализами [61].

Московский горизонт. Отложения московского горизонта распространены достаточно широко. Помимо палеодолины р. Кена, они вскрыты скважинами в Кенозерской впадине, долине р. Ундоша и в междуречье Кены и Ундоши. По генезису отложения подразделяются на ледниковые, флювиогляциальные и ледниково-озерные. В большинстве случаев возраст отложений московского горизонта устанавливается исходя из возраста перекрывающих их отложений микулинского межледниковья, возраст которых установлен по результатам спорово-пыльцевого и диатомового анализов.

Ледниковые образования (glms) распространены достаточно широко, они вскрыты многими скважинами и, согласно ретроспективным данным, отмечаются в интервале абс. отм. от 3 до 104 м [56; 61; 64]. Ледниковые отложения московского горизонта представлены темно-серыми и буро-серыми плотными супесями и тяжелыми суглинками с большим количеством гальки, гравия (10–15 %) и валунов (20–30 %) диабазов, гранитов, сланцев, кремней и выветрелых известняков. Наблюдаются прослойки мощностью до нескольких метров, состоящие целиком из валунно-галечного материала. Мощность московской морены достигает 28 м, она залегают на коренных породах и на различных по генезису отложениях днепровского и, предположительно, горкинского горизонтов, перекрываясь флювио- и лимногляциалом московского горизонта и отложениями микулинского горизонта.

Флювиогляциальные отложения (flms) имеют более широкое распространение по сравнению с ледниковыми отложениями. Вероятно, на ряде участков московская морена была впоследствии размыта потоками ледниковых вод. Помимо надморенного, отмечается также под- и межморенный флювиогляциал, в связи с чем интервал абс. отм., на которых распространены флювиогляциальные отложения, достаточно широк – от –5 до 80 м. Отложения представлены гравийно-галечными супесями и песками, валунниками и галечниками хорошей окатанности. Мощность отложений достигает 40 м (средняя мощность – около 10 м), они подстилаются коренными породами и ледниковыми отложениями московского горизонта, а перекрываются морскими и озерными отложениями микулинского горизонта и мореной подпорожского горизонта [61; 64].

Ледниково-озерные отложения (lgllms) имеют ограниченное распространение, они вскрыты лишь в палеодолинах Кены и Ундоши на абс. отм. от 23 до 96 м. Отложения представлены мелко- и тонкозернистыми песками, глинами, а также переслаиванием песков и глин. Мощность отложений – до 7 м, они залегают на московской морене или флювиогляциале, а перекрываются отложениями микулинского горизонта.

Возраст отложений московского горизонта достаточно уверенно определяется исходя из возраста перекрывающих их отложений микулинского межледниковья, установленного по результатам спорово-пыльцевого и диатомового анализов.

Верхнее звено

Верхнее звено неоплейстоцена представлено микулинским горизонтом и валдайским надгоризонтом, который включает подпорожский, ленинградский и осташковский горизонты.

Микулинский горизонт. Согласно ретроспективным материалам, отложения микулинского горизонта распространены достаточно широко, хотя они и не образуют сплошного покрова. Отложения вскрыты в общей сложности 28 скважинами [61; 64], при этом следует отметить, что гипсометрическое положение отложений микулинского горизонта в пределах рассматриваемой территории изменяется в широких пределах. В большинстве случаев (15 скважин) микулинские отложения отмечены на абс. отм. 75–115 м. В десяти скважинах они расположены в пределах более низкого интервала (от 30 до 65 м). Еще в трех скважинах отложения, отнесенные предшественниками к микулинским, занимают промежуточный диапазон отметок (от 38 до 90 м). Показательно, что разрезы на относительно высоких абсолютных отметках достаточ-

но равномерно распределены по всей площади листа, в то время как все разрезы на низких отметках и три из четырех разрезов промежуточного диапазона сгруппированы в узкую линейную зону северо-восточного простирания, протянувшуюся от Кенозерской впадины в долину р. Ундоша. Единственный не входящий в эту зону разрез с широким диапазоном абсолютных отметок вскрыт скв. 22 в юго-восточной части листа, в западном борту Кенской впадины [82]. Подобное распределение разновысотных разрезов позволяет предположить, что современное гипсометрическое положение микулинских отложений в значительной степени определяется неотектоническими движениями верхнего неоплейстоцена и голоцена.

Для 21 разреза микулинских отложений диатомовым и малакофаунистическим анализами определен их генезис, выделены морские, озерные и морские и континентальные (озерные). Наблюдается четкая связь между генезисом отложений и их гипсометрическим положением: разрезы отложений морского генезиса, а также комплексного морского и озерного генезиса располагаются на относительно низких абсолютных отметках или имеют широкий диапазон отметок, в то время как все разрезы на высоких абсолютных отметках являются озерными.

Распределение микулинских отложений разного генезиса показывает, что микулинская морская трансгрессия распространялась через долины рек Онега и Кена на, по-видимому, относительно небольшой по площади участок в юго-западной и центральной частях листа Р-37-ХV; в дальнейшем произошло отделение этого водоема от моря, сопровождавшееся его опреснением. При этом площадь водоема, вероятно, увеличилась. Одновременно в северной части листа Р-37-ХV существовал достаточно крупный изолированный пресноводный водоем. Отсутствие перекрывающих озерных отложений над большинством разрезов морских отложений связано, по-видимому, с денудационной деятельностью ледников и флювиогляциальных потоков валдайского времени, особенно интенсивно проявлявшейся в пределах Кенозерской и Токшинской впадин.

Морские отложения, петрозаводские слои (mlllptr) представлены темно- и буровато-серыми тонкослоистыми гидрослюдистыми глинами и илами с прослоями тонкозернистых песков и алевроитов и с включениями углефицированных растительных остатков и вианита. В некоторых разрезах в подошве горизонта (трансгрессивная фаза) или его кровле (регрессивная фаза) отмечаются серые и коричневатые-серые разнотоннозернистые пески (от мелкозернистых до крупнозернистых). Мощность отложений колеблется от 3 до 20 м, они залегают на коренных породах, а также на ледниковых и водно-ледниковых отложениях московского горизонта, перекрываясь преимущественно микулинскими морскими и озерными, а также озерными отложениями.

В комплексах диатомей наряду с морскими видами отмечены солоноводные и пресноводные, что соответствует лагунной или эстуарной обстановке осадконакопления; присутствие как планктонных, так и прибрежных форм указывает на береговую зону достаточно глубоководного водоема. Спорово-пыльцевые спектры характеризуются преобладанием древесных пород (до 77%) и значительной изменчивостью состава, свидетельствующей об изменениях растительности и климата. Например, в скв. 18 сосново-березовые леса, распространенные в период накопления инт. 27,1–38,0 м, выше по разрезу сменяются сосновыми с елью и березой, в целом это соответствует умеренно-холодному климату. В скв. 5 отмечены три фазы развития растительности и климата [61].

1. Березовое редколесье, сухой холодный климат (пыльца березы – 47–52%, присутствует пыльца сосны, ели, ольхи и, единично, широколиственных пород; травы представлены ксерофитами и папоротникообразными)	32,4–21,4 м
2. Мелколиственный лес с участием широколиственных пород, потепление климата (наиболее широкое распространение имеет пыльца дуба и вяза)	21,4–18,0 м
3. Березово-ольховое редколесье с участками степной ксерофитной флоры, умеренно-холодный климат (преобладает береза, пыльца ольхи – до 47%, травы представлены осоками, злаками и разнотравьем)	18,0–5,4 м

Предполагается, что подобная эволюция климата соответствует ранней части микулинского времени до наступления его климатического оптимума. По-видимому, в разрезе этой скважины, как и в большинстве разрезов морских микулинских отложений, наблюдается неполная картина изменения фаз растительности, что обусловлено позднейшим размывом верхних частей разрезов.

Морские и озерные отложения (m, llllmk) по литологическому составу практически не отличаются от чисто морских, поскольку изменение генезиса отложений, фиксируемое

диатовым или малакофаунистическим анализом, не сопровождается заметным изменением вещественного состава. Отложения представлены преимущественно глинами тонкослоистыми илистыми с прослоями тонкозернистых песков, в верхней части разреза могут наблюдаться мелкозернистые пески мощностью до 11 м. Максимальная мощность озерных и морских отложений достигает 50 м, они залегают на водно-ледниковых отложениях московского горизонта, перекрываясь ледниковыми отложениями подпорожского горизонта.

Диатомеи нижних частей разрезов представлены морскими, солоноводными и пресноводными видами (аналогично разрезам морских отложений), в верхней части разрезов распространены исключительно пресноводные виды. Морские и озерные отложения отличаются наибольшей полнотой разреза микулинского горизонта, что позволяет весьма подробно проследить эволюцию растительности и климата. Так, в разрезе скв. 8 на различных горизонтах выделено шесть фаз растительности [61].

1. Темнохвойные елово-сосновые леса (пыльца сосны – до 44 %, ели – до 34 %, ольхи – до 14 %, березы – до 3 %, единичная пыльца широколиственных пород; травы представлены осокой и ксерофитами)	30,0–28,6 м
2. Сосново-березовые леса (пыльца березы – до 45 %, количество пыльцы сосны уменьшается, пыльца широколиственных пород в незначительном количестве; травы представлены осокой и ксерофитами)	28,6–25,6 м
3. Сосново-березовые леса с участием ели (при преобладании пыльцы сосны и березы, содержание пыльцы ели достигает 20 %, а пыльцы широколиственных пород – 3,8 %; травы представлены осокой и ксерофитами)	25,6–15,5 м
4. Березово-сосновые леса с елью (сохраняется преобладание сосны и березы, содержание пыльцы ели достигает 21 %, присутствует пыльца широколиственных пород; травы представлены мезофильной группой и разнотравьем)	15,5–12,9 м
5. Сосново-березовые леса с ксерофитами и папоротниками (содержание пыльцы березы увеличивается до 45 %, количество пыльцы ели и сосны уменьшается)	12,9–11,9 м
6. Сосновые леса со значительным участием ели и березы (пыльца сосны – до 50 %, березы и ели – 12–31 %; травы представлены осокой и ксерофитами)	11,9–10,9 м

По разрезу преобладает пыльца древесных пород, при этом наблюдается попеременное доминирование сосны и березы с наличием двух максимумов ели, что в целом соответствует эволюции растительности в период микулинского межледниковья. По всей видимости, оптимум микулинского межледниковья приходится на время смены морских условий осадконакопления озерными.

Озерные отложения (lillmk) в верхних частях своих разрезов представлены преимущественно темно-серыми пылеватыми супесями с прослоями мелко- и тонкозернистых песков, с редкой хорошоокатанной галькой карбонатных и кристаллических пород. Вниз по разрезу они сменяются темно-серыми иловатыми плотными глинами со слоистостью типа ленточной и с прослоями более светлых песчаных глин и мелкозернистых песков мощностью 0,1–0,5 см и со значительным количеством вивианита. Ленточная слоистость указывает на существование замкнутого водоема и ритмичное изменение крупности сносимого в него материала. Мощность отложений достигает 27 м, они подстилаются флювиогляциальными и ледниково-озерными отложениями московского горизонта, морскими микулинскими осадками, а также коренными породами; перекрываются они различными по генезису отложениями подпорожского горизонта.

Отложения характеризуются богатым видовым составом пресноводных диатомовых водорослей, в некоторых случаях в нижней части разреза были выявлены единичные створки морских диатомей, что, по-видимому, указывает на этап завершения изоляции микулинского водоема от моря. В нижних частях разрезов распространены преимущественно теплолюбивые виды диатомей, вверх по разрезу часть теплолюбивых форм исчезает, заменяясь холодолюбивыми. Спорово-пыльцевые спектры большинства разрезов свидетельствуют о постепенном похолодании климата в ходе накопления отложений. Так, в скв. 14 были выявлены следующие растительно-климатические зоны [61].

1. Сосново-еловый лес с участием широколиственных пород (пыльца древесных пород в сумме 88–98 %, в т. ч. сосны и ели – 30–64 %, березы – 17 %, широколиственных в сумме 6,8 %; пыльца трав и споры единичны). Теплый, умеренно-влажный климат (вероятно, верхний максимум ели)	54,3–50,3 м
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------

2. Сосновый лес с елью и березой (количество пыли сосны возрастает до 53–81 %, количество пыли березы, ели и широколиственных пород сокращается). Климат умеренно-влажный, умеренно-теплый (несколько более холодный по сравнению с предыдущим горизонтом) 50,3–39,8 м

Следует отметить, что спорово-пыльцевые спектры большинства разрезов озерных отложений отражают либо начальные, либо конечные стадии микулинского межледниковья; в разрезе скв. 16 наблюдаются и начальные, и конечные стадии [64]. Однако стадии климатического оптимума в разрезах отсутствуют, вероятно, это связано с сокращением площади водоема, что привело к перерыву в осадконакоплении и размыву отложений.

Валдайский надгоризонт

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

Подпорожский горизонт, отложения которого ранее были вскрыты серией скважин в палеодолине р. Кена, где их возраст установлен в результате спорово-пыльцевых исследований, проведенных Э. С. Плешивцевой, а также в междуречье рек Кена и Ельма [64], представлен отложениями ледникового, флювиогляциального и ледниково-озерного генезиса.

Ледниковые образования (glllpd) вскрыты скв. 16 в палеодолине р. Кена в интервале абс. отм. 82–84 м [64]. Также к ледниковым отложениям были отнесены нижние слои залегающих на микулинских отложениях мореноподобных суглинков, которые отделены от вышележащих горизонтов мореноподобных суглинков значительными (8–25 м) толщами песчаных и илистых отложений. Они отмечены в 12 скважинах предшественников, расположенных в юго-западной, центральной и северной частях территории. В Кенозерской впадине и в долине р. Ундоша отложения занимают низкие абсолютные отметки (50–70 м), на Сондолском карбоновом плато в восточной части территории – высокие (125–152 м), в долине р. Кена, вдоль уступа плато и в северной части листа – промежуточные (70–100 м). Таким образом, наблюдается хорошее соответствие между абсолютными отметками ледниковых отложений подпорожского горизонта и абсолютными отметками поверхности. Ледниковые отложения представлены коричневыми и коричневато-серыми плотными суглинками, иногда с прослоями и линзами глинистых песков и супесей, с включением до 30–40 % гравия, гальки и валунов кристаллических и карбонатных пород. Мощность отложений – от долей метра до 26 м, они залегают на коренных породах, а также на отложениях микулинского горизонта и флювиогляциале московского горизонта, перекрываясь флювиогляциальными и ледниково-озерными отложениями осташковского горизонта и, в редких случаях, осадками ленинградского интерстадиала.

Флювиогляциальные отложения (fillpd) составляют основную часть подпорожского горизонта на карбоновом плато [64], имея на других участках подчиненное положение; как и ледниковые отложения, они распространены в достаточно широком диапазоне абсолютных отметок (55–160 м). Отложения представлены гравийно-галечными песками и супесями с валунно-галечными прослоями в нижней части разрезов. Мощность отложений достигает 15 м, они подстилаются подпорожской мореной и коренными породами, а перекрываются отложениями осташковского и ленинградского горизонтов.

Ледниково-озерные отложения (lglllpd) подпорожского горизонта имеют ограниченное распространение, они вскрыты единичными скважинами в интервале абс. отм. 80–120 м. Отложения представлены мелко- и тонкозернистыми песками, глинами, а также переслаиванием песков и глин. Мощность отложений – до 7 м, они залегают на флювиогляциальных и ледниковых отложениях подпорожского горизонта, перекрываясь озерно-аллювиальными отложениями ленинградского горизонта и мореной осташковского горизонта.

Ленинградский горизонт. Отложения горизонта распространены весьма ограниченно. Они вскрыты на юго-западной окраине карбонового плато скважинами на абс. отм. 150–170 м [64], также они показаны на абс. отм. 143–156 м [51]. Выделение горизонта проводилось по стратиграфическим и гипсометрическим признакам, в силу чего он выделен с достаточной долей условности.

Озерные и аллювиальные отложения (l,allln) представлены голубовато- и зеленовато-серыми горизонтально-слоистыми глинами, с отдельными темно-серыми до черных

прослоями, обогащенными органикой. В средней части некоторых разрезов отмечаются прослойки песков и дресвы. Мощность отложений – до 13 м, они подстилаются коренными породами и осадками подпорожского горизонта, а перекрываются осташковской мореной.

Осташковский горизонт, образования которого сплошным чехлом покрывают территорию листа Р-37-ХV, представлен осадками ледникового, флювиогляциального и ледниково-озерного генезиса.

Ледниковые образования (glllos) распространены повсеместно, а наиболее широким распространением пользуются на западе территории. Отложения представлены суглинками темно-серыми, реже красновато-коричневыми валунно-галечными. Содержание крупнообломочной фракции в ледниковых отложениях достигает 30–40 %, в петрографическом ее составе присутствуют магматические, метаморфические и осадочные (в т. ч. карбонатные) породы. Мощность отложений достигает 43 м [82]. Они подстилаются отложениями микулинского, подпорожского и ленинградского горизонтов, а также коренными породами верхнеплейстоцен-голоценовыми элювиально-делювиальными отложениями. Ледниковые отложения частично перекрыты флювиогляциальными и ледниково-озерными отложениями осташковского горизонта и осадками голоцена.

Один из разрезов ледниковых образований, слагающих моренную равнину, описан в т. н. № 1295, расположенной в 2 км к СЗ от д. Самково (описание снизу вверх).

1. Супеси рыжевато-коричневые неоднородные, с включением плохоокатанных гравия и гальки кристаллических пород (до 25 %)	1,9–1,1 м
2. Суглинки темно-бежевые неоднородные, с линзами голубовато-серых глин (2 × 6 см), с включением плохоокатанных гравия и мелкой гальки (до 2 см) кислых и основных пород (до 30 %)	1,1–0,15 м
3. Почвенно-растительный слой.....	0,15–0,0 м

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

Флювиогляциальные отложения (fllos) распространены преимущественно в северо-западной части листа. Они образуют зандровые поля и долинные зандры в долинах рек Токша и Ундоша, а также формируют дельту восточнее оз. Токшозеро. Кроме того, флювиогляциальные отложения слагают и озы, широко распространенные по всей территории. В пределах рассматриваемой территории гранулометрический состав флювиогляциальных отложений варьирует в широких пределах – от среднезернистых песков с редким гравием до галечников с валунами и супесчано-песчаным цементом (в этом случае содержание крупнообломочной фракции может достигать 90 %). Характерным признаком флювиогляциальных отложений является косая слоистость, выдержанная в пределах каждого конкретного разреза по азимуту и углу падения.

У юго-восточной оконечности оз. Орлово, в т. н. № 2065 описан один из разрезов флювиогляциальных отложений, слагающих зандровую равнину (описание снизу вверх).

1. Переслаивающиеся прослой (мощностью от 0,5 до 20 см) песков желтовато-серых разнозернистых полимиктовых и гравийников; в нижней части слоя появляются прослойки красновато-серых суглинков. Слоистость косая, азимут – 240°, угол – 20°	6,4–0,7 м
2. Гравийно-галечные отложения с песчаным (крупнозернистым) заполнителем, с включением валунов до 30 %	0,7–0,2 м
3. Почвенно-растительный слой	0,2–0,0 м

Мощность флювиогляциальных отложений достигает 40 м, они подстилаются преимущественно осташковской мореной, коренными породами и верхнеплейстоцен-голоценовыми элювиально-делювиальными отложениями, а перекрываются осташковскими ледниково-озерными отложениями и отложениями голоцена. На космоснимках этим отложениям соответствует темный синевато-зеленый фототон. На аэрофотоснимках зандры характеризуются неоднородным фототонем, зернистой текстурой, часто параллельно- или веерообразно-полосчатым рисунком. Дельта хорошо подчеркивается вытянутыми контурами озер и веерообразной ориентировкой гряд. Озы дешифрируются по своей характерной форме – хорошо выраженных протяженных извилистых валов.

Ледниково-озерные отложения (lglllos) осташковского горизонта широко распространены по всей территории листа Р-37-ХV, наибольшие по площади их массивы распо-

ложены в долинах Токши и Ундоши. Ледниково-озерные отложения представлены двумя литологическими типами разрезов: толщами песков рыжеватых хорошо сортированных мелко- и тонкозернистых или же серыми песками, супесями и суглинками с ритмичной горизонтальной слоистостью.

Один из типовых разрезов ледниково-озерных образований описан к северо-северо-востоку от устья р. Ружменская Карма (описание снизу вверх).

1. Переслаивающиеся прослой (мощностью 0,5–5,5 см) желтовато-серых и серых песков мелкозернистых полимиктовых, супесей, суглинков и песков гравийных	6,7–2,6 м
2. Пески серые среднезернистые полимиктовые, с прослоями гравия	2,6–2,1 м
3. Пески розовато-серые мелкозернистые полимиктовые, с горизонтальными прослоями (до 1,0 см) ожелезненных песков, с редким мелким гравием	2,1–1,7 м
4. Суглинки полосчатые и пятнистые (сизые и красновато-коричневые) однородные массивные	1,7–1,4 м
5. Пески коричневатые-серые (пятнистые) мелкозернистые полимиктовые	1,4–0,9 м
6. Пески желтовато-серые мелкозернистые полимиктовые сортированные	0,9–0,1 м
7. Почвенно-растительный слой	0,1–0,0 м

Мощность ледниково-озерных отложений, слагающих равнину, достигает 12 м, а мощность осадков, слагающих камовые холмы, определяется их высотой, которая достигает 30 м [56]. Они подстилаются осташковскими ледниковыми и флювиогляциальными отложениями и перекрываются отложениями голоцена. На космоснимках отложения характеризуются оттенками зеленого фототона, на аэрофотоснимках они дешифрируются по серому фототону, пятнистому рисунку и зернистой текстуре.

ГОЛОЦЕН

К голоцену отнесены отложения озерного, озеро-аллювиального и болотного генезиса.

Озерные отложения (И), слагающие котловины, пляжи и террасы современных озер, распространены повсеместно; при этом значительные по площади пляжи и террасы отмечены лишь на побережье Кенозера и Ундозера. Отложения представлены песками серыми и желтовато-серыми мелкозернистыми, сортированными с редкой галькой и гравием, реже – супесями, глинами и сапропелями.

Мощность озерных отложений достигает 13 м [61], они залегают на различных по генезису отложениях осташковского горизонта. На аэрофотоснимках озерные отложения имеют светлый фототон, они хорошо дешифрируются по геоморфологическим признакам – приуроченности к берегам современных озер и наличию абразионных уступов.

Биогенные (болотные) образования (рИ) широко распространенный в пределах листа Р-37-ХV генетический тип отложений голоцена. Они отмечаются практически по всей площади работ, несколько пониженная их плотность наблюдается лишь в окрестностях оз. Кенозера и на правом берегу р. Кена. Площади болотных отложений были оконтурены по результатам дешифрирования космических снимков. Болота относятся преимущественно к верховому и переходному типам и имеют сфагново-пушицевый состав.

Мощность торфяников, вскрытых буровыми скважинами, достигает 3 м, однако нельзя исключить, что болотные отложения могут иметь бóльшую мощность, поскольку в пределах многих болот по данным дешифрирования космоснимков предполагаются погребенные ложбины, возможно, заполненные торфом. Биогенные отложения перекрывают осташковские и голоценовые отложения разного генезиса. По данным спорово-пыльцевого анализа Э. С. Пleshивцевой, торфообразование началось в бореальное время голоцена. Биогенные образования 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.

Аллювиальные отложения (А) слагают русла, низкие и высокие поймы рек, а также надпойменные террасы крупных рек (Кена и Ундоша). 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 русло коренных пород – валунами и глыбами. Пойменный аллювий обычно представлен песками с прослоями суглинков, супесей, торфа. Пойменные террасы в долине Кены распространены на всем ее протяжении в пределах листа

P-37-XV, в долине Ундоши они отмечены локально на отдельных участках. Отложения, формирующие террасы, представлены переслаиванием галечников с песчаным заполнителем и разнозернистых гравийно-галечных песков с веерообразной косою слоистостью, в верхней части разрезов может наблюдаться горизонт супесей с редким гравием, соответствующий пойменной фации аллювия.

Мощность аллювиальных отложений – до 8,5 м, они залегают на различных по генезису отложениях осташковского горизонта, голоцена, а также, в некоторых случаях, на коренных породах [61; 64]. На аэрофотоснимках 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. Дешифрирование отложений надпойменных террас существенно затруднено, поскольку они являются основным объектом хозяйственного использования. В то же время наличие подобных участков хозяйственного использования, выделяющихся на космоснимках характерным желтым и зеленовато-желтым цветом, в ряде случаев может служить дешифровочным признаком надпойменных террас.

НЕОПЛЕЙСТОЦЕН, ВЕРХНЕЕ ЗВЕНО – ГОЛОЦЕН

Нерасчлененные отложения верхнего звена неоплейстоцена – голоцена представлены одним генетическим типом, имеющим достаточно широкое распространение.

Элювиальные и делювиальные отложения (e,dlll-H) отмечены в скважинах и горных выработках предшественников практически на всей территории работ, кроме того, отмечены отдельные небольшие (0,5 км² и менее) выходы этих отложений на поверхность (в т. ч. окаймление ими выходов коренных пород). Отложения представлены щебнем и дресвой коренных пород (иногда с примесью эрратического материала), реже – щебнисто-дресвяным суглинком. Отложения залегают на коренных породах и перекрываются различными по генезису отложениями осташковского горизонта и голоцена, их мощность может достигать 30 м. На аэрофотоснимках выходы элювиально-делювиальных отложений дешифрируются по светлому фототону (наиболее светлому в области распространения карбонатных пород в юго-восточной части площади) с монотонной или пятнистой текстурой.

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ И ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПЛУТОНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ И ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Ранне-позднеархейские плутоно-метаморфические образования

Водлинский плутоно-метаморфический комплекс (mpySM-LP₂U). Породы этого комплекса слагают основу водлозерского блока, занимая около 20 % площади листа Р-37-ХV и, вероятнее всего, являются подстилающими для раннепротерозойских толщ структуры Ветреный пояс. Комплекс вскрыт серией скважин под палеозойским осадочным чехлом. В пределах листа породы практически не выходят на дневную поверхность и перекрыты чехлом четвертичных образований. Исключение составляет обн. 9 к северу от оз. Островичное [82], где описаны плагиограниты и несколько обнажений в районе среднего течения р. Кочма [67].

Комплекс представлен гранитизированными плагиогранитами, гранодиоритами, кварцевыми диоритами, мигматитами. В составе комплекса 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. Контакты образований водлинского комплекса со среднелопийскими зеленокаменными толщами Сумозерско-Кенозерского ЗКП повсеместно тектонические.

Гранодиориты представляют собой породы серого цвета, среднезернистые, с гипидиоморфнозернистой структурой и массивной текстурой. Состоят из сосюритизированного плагиоклаза, калиевого полевого шпата, кварца (17–20 %), хлоритизированного биотита (5–10 %) и вторичных минералов.

Кварцевые диориты среднезернистые зеленовато-серого цвета, с призматически зернистой структурой и массивной текстурой. Порода состоит из сосюритизированного плагиоклаза, кварца (20–25 %), хлоритизированного биотита (до 15 %) и акцессорных минералов (апатит).

Плагиограниты представлены породами серого, реже розовато-серого цвета, среднезернистой, с гранитной, часто катакlastической структурой, массивной, нередко гнейсовидной текстурой. Состоят из сосюритизированного плагиоклаза (60–70 %), кварца (25–30 %), хлоритизированного биотита (5–10 %), апатита, вторичных минералов – эпидота, серицита, хлорита. Породы часто микроклинизированы. Микроклин присутствует в виде тонких (до 2 см) прожилков и антипертитовых вростков в плагиоклазе.

Мигматиты, слагающие жилы, более лейкократовые, чем вмещающие их плагиограниты, цвет их розовато-серый. Структура среднезернистая, гранитовая, реже слабogneйсовидная, часто катаклазированная, текстура массивная. Жильные граниты состоят из плагиоклаза (альбитолигоклаз 25–30 %), микроклина (20–25 %), кварца (50 %), вторичных минералов – эпидота, серицита, реже актинолита.

Следует отметить, что в зонах контактов с мигматитами плагиограниты гидротермально изменены, эпидотизированы, микроклинизированы, рассечены прожилками кварца, катаклази-

рованы. Здесь же отмечаются микропегматитовые образования, представленные почти нацело эпидотизированным плагиоклазом с вростками кварца. К этим зонам обычно приурочена микроклинизация плагиогранитов.

Все разновидности пород нередко катаклазированы. Катаклиз сопровождается прожилковым окварцеванием, микроклинизацией, серицитизацией, биотитизацией, карбонатизацией с образованием бластокатаклизитов, реже, бластомилонитов (в зонах разломов). Из перечисленных выше процессов наибольшим постоянством и интенсивностью пользуются окварцевание и серицитизация. Микроклин отмечается реже, в прожилках он ассоциирует с преобладающим кварцем, иногда с ними вместе отмечается альбит, а в зальбандах довольно часто наблюдается биотит. Карбонат в виде прожилков и бластеза является наиболее поздним образованием, о чем свидетельствует секущее положение карбонатных прожилков по отношению к директивным катакластическим структурам и согласным с этими структурами прожилкам кварца.

Рассматриваемый комплекс пород характеризуется знакопеременными магнитными полями слабой интенсивности. Характерно, что наиболее гранитизированным разностям пород соответствуют положительные магнитные поля наибольшей интенсивности. Это, видимо, объясняется высвобождением железа из темноцветных минералов и обособление его в виде магнетита в процессе гранитизации.

Возраст цирконов двух генераций из плагиогранитов скв. 853 Янгозерской ГСП, пробуренной к западу от территории листа, составил по уран-свинцовому методу 2930 ± 60 и 2760 ± 50 млн лет. Из плагиогранитов по керну скв. 114 отобран циркон, по результатам изотопного масс-спектрометрического анализа свинца методом термоионной эмиссии получено значение его возраста 2,9 млрд лет. Таким образом, можно считать, что комплекс сформировался не позднее этого времени [67].

В рамках ГДП-200 было отобрано две пробы для определения абсолютного возраста пород водлинского комплекса: из плагиогранитов обн. 013 и из плагиогранитов с забоя скв. 37 [82].

Проба 430 отобрана из плагиогранитов водлинского комплекса водлозерского блока к северу от оз. Островичное, т. н. № 013. Всего было выделено 27 зерен циркона, из них 10 были протитированы U-Pb методом на ионном микрозонде SHRIMP-II в ЦИИ ВСЕГЕИ.

На диаграмме с конкордией измеренные значения U-Pb системы для ядер цирконов формируют единый кластер точек с конкордантным U-Pb возрастом $2958 \pm 5,9$ млн лет (по точкам 1.1; 6.1; рис. 14).

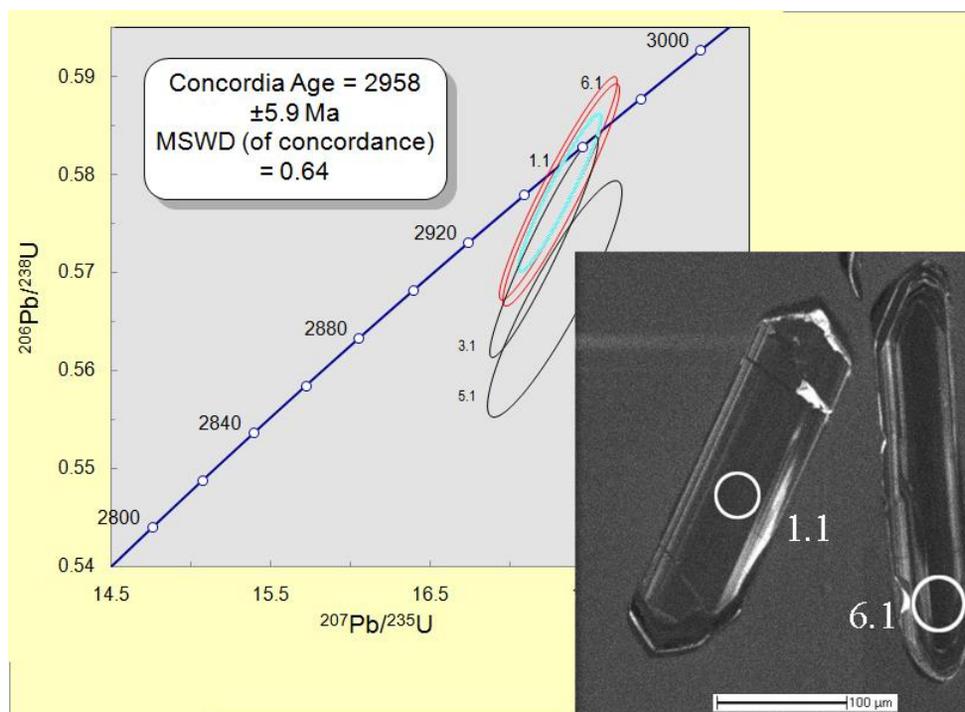


Рис. 14. Диаграмма с конкордией для ядер цирконов из плагиогранитов водлинского комплекса (проба 430). Конкордантный возраст – $2958 \pm 5,9$ млн лет.

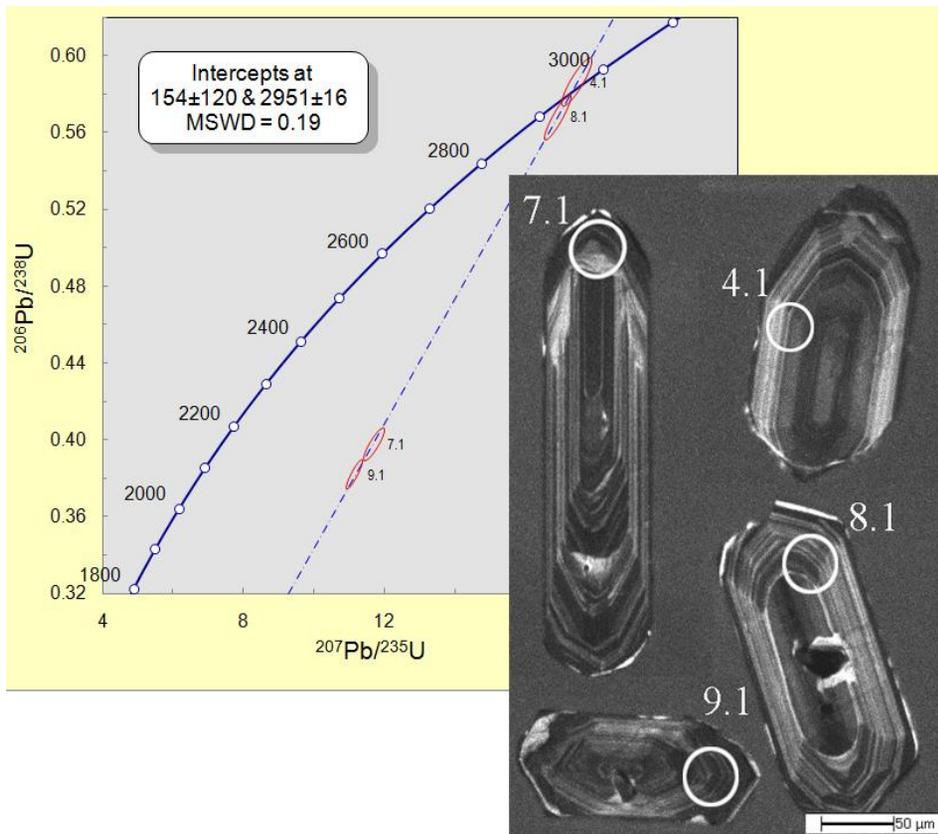


Рис. 15. Диаграмма с конкордией для кайм цирконов из плагиигранитов водлинского комплекса (проба 430). Верхнее пересечение – 2951 ± 16 млн лет.

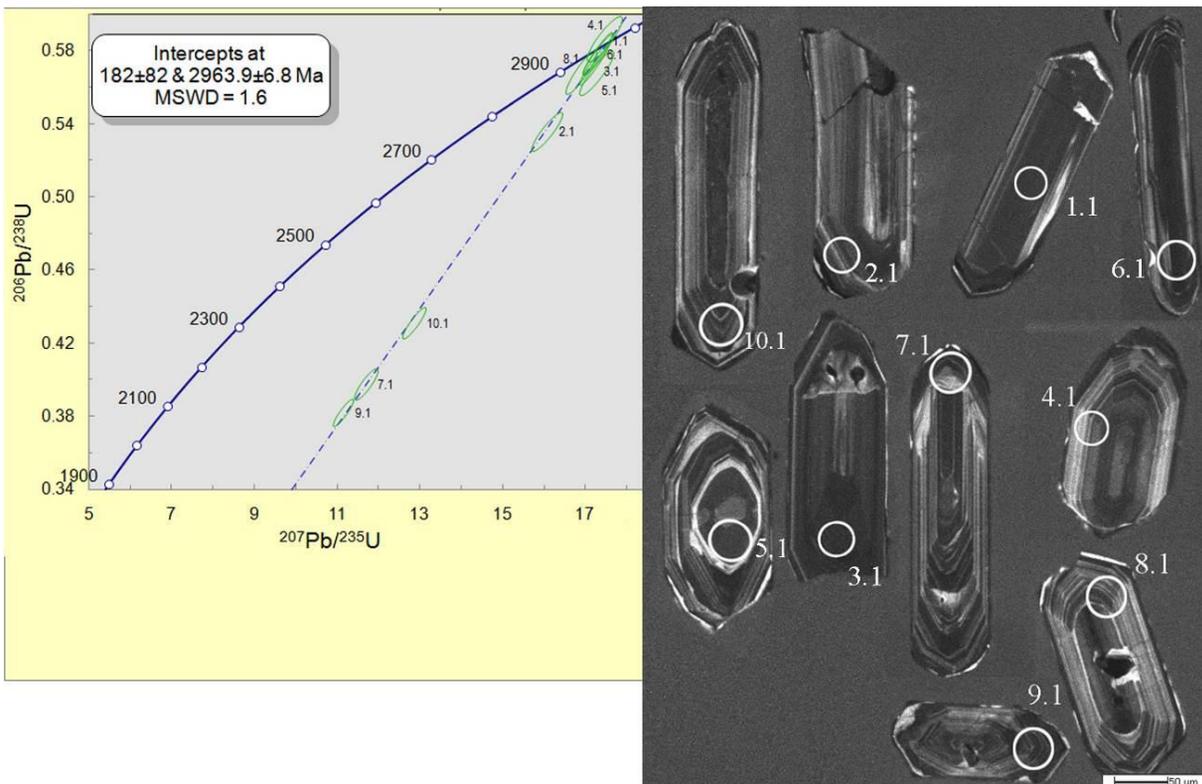


Рис. 16. Диаграмма с конкордией для ядер и кайм цирконов из плагиигранитов водлинского комплекса (проба 430). Верхнее пересечение – $2963 \pm 6,8$ млн лет.

Значения U-Pb систематики, полученные для кайм, в той или иной степени характеризуются дискордантностью. Степень дискордантности составляет 7–40%. Возраст формирования кайм можно оценить по дискордии (рис. 15), проведенной по четырем точкам (4.1; 7.1; 8.1; 9.1) с верхним пересечением 2951 ± 16 и нижним 154 ± 120 млн лет (СКВО = 0,19). Возраст верхнего пересечения, по-видимому, можно интерпретировать как возраст формирования кайм, а нижнее пересечение, вероятно, не имеет геологического смысла.

Полученные возрасты формирования ядер и кайм цирконов пересекаются в пределах ошибки, что свидетельствует об одновременности процесса их формирования. Дискордия, проведенная через все измеренные точки в ядрах и каймах, характеризуется верхним пересечением $2963 \pm 6,8$ и нижним 182 ± 82 млн лет (СКВО = 1,6; рис. 16). Полученный возраст верхнего пересечения в пределах ошибки подобен конкордантному возрасту ядер ($2958 \pm 5,9$ млн лет). Следовательно, можно утверждать, что все изученные цирконы принадлежат одной генерации, сформировавшейся $2958 \pm 5,9$ млн лет, а изменяющаяся величина их дискордантности характеризует степень изменения U-Pb системы при вторичных процессах.

Проба 21 отобрана из плагиогранитов водлинского комплекса водлозерского блока из керна скв. 37 с глубины 214–216 м, расположенной в 20 км к северо-западу от оз. Кенозеро. Плагиограниты здесь вскрыты под чехлом палеозойских осадков и затронуты процессом выветривания на глубину не более 1 м (210–212 м).

По морфологии и внутреннему строению было выделено два типа цирконов. На диаграмме с конкордией в координатах $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ – $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ цирконы первого типа формируют группу, через которую можно провести дискордию с верхним пересечением 2788 ± 17 млн лет и нижним -60 ± 760 млн лет (СКВО = 0,005; рис. 17). Верхнее пересечение дискордии с конкордией можно интерпретировать как возраст кристаллизации этой группы цирконов, нижнее значение, по-видимому, не имеет геологического смысла.

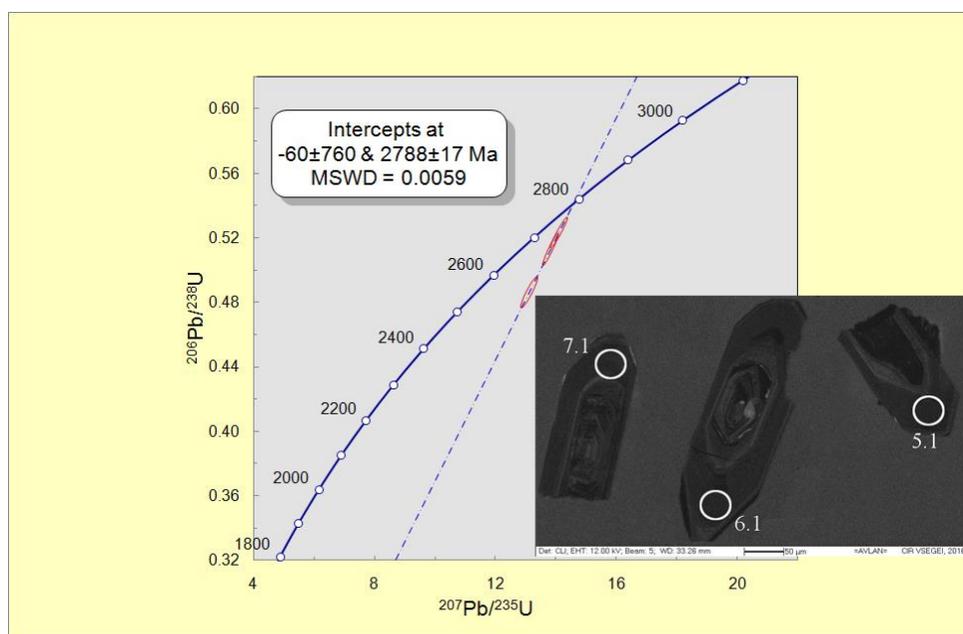


Рис. 17. Диаграмма с конкордией для цирконов первого типа из плагиогранитов водлинского комплекса (проба 21). Верхнее пересечение – 2788 ± 17 млн лет.

Через фигуративные точки цирконов второго типа на диаграмме с конкордией в координатах $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ – $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ можно провести дискордию с верхним пересечением $2863 \pm 8,3$ млн лет и нижним 96 ± 88 млн лет (СКВО = 0,23; рис. 18). При этом точки с наименьшим значением дискордантности этой группы характеризуются конкордантным возрастом $2863 \pm 5,9$ млн лет (рис. 19). Следовательно, время кристаллизации цирконов второго типа можно оценить как 2863 ± 6 млн лет, а дискордантность остальных зерен обусловлена нарушением их U-Pb системы вследствие вторичных преобразований.

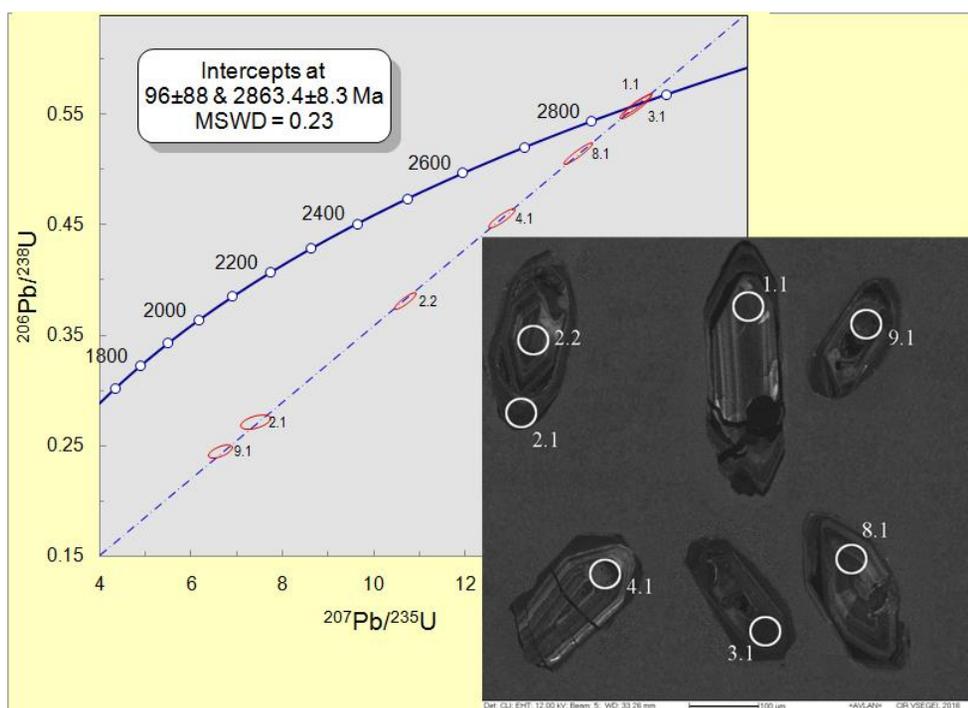


Рис. 18. Диаграмма с конкордией для цирконов второго типа из плагиогранитов водлинского комплекса (проба 21). Верхнее пересечение – $2863 \pm 8,3$ млн лет.

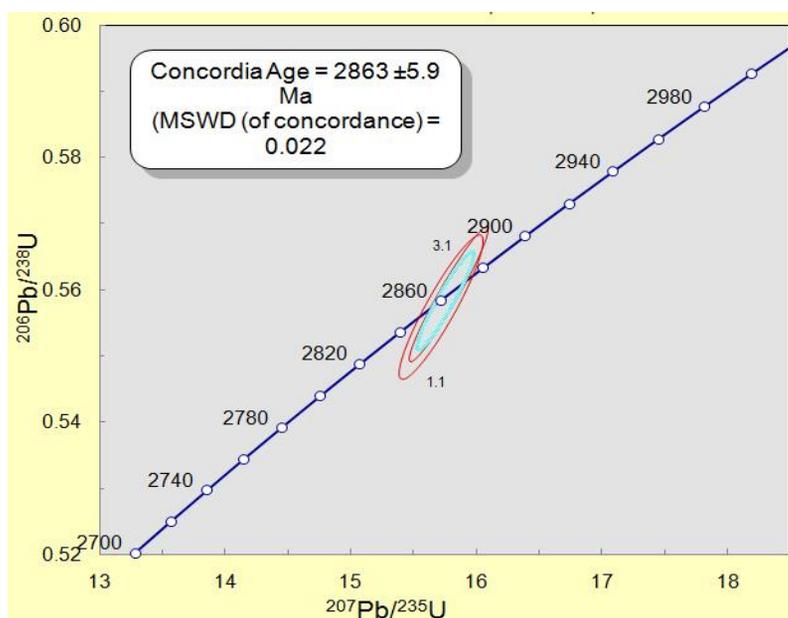


Рис. 19. Диаграмма с конкордией для ядер цирконов второго типа из плагиогранитов водлинского комплекса (проба 21). Конкордантный возраст – $2863 \pm 5,9$ млн лет.

Таким образом, в плагиогранитах водлозерского блока было получено три значения абсолютного возраста: 2788 ± 17 , $2863 \pm 5,9$ и $2958 \pm 5,9$ млн лет, которые объясняются различными этапами ультраметаморфизма и гранитизации.

Среднелопийские интрузивные образования

Починско-кенозерский субвулканический комплекс ($vLP_2kn-p\check{c}$; $v\sigma LP_2kn-p\check{c}$). Позднеархейские субвулканические образования имеют большое распространение в пределах района работ. Весь их объем приурочен к среднелопийским осадочно-вулканогенным толщам, где на долю рассматриваемого комплекса пород приходится до 30 % от общего объема разреза. Позднеархейские образования починско-кенозерского субвулканического комплекса представлены образованиями габбро-перидотитового подкомплекса.

В пределах описываемой территории разными исследователями субвулканические образования основного–ультраосновного состава относились к различным подкомплексам: гипербазитовому [19]; дунит-пироксенит-габбровому [10; 83]; габбро-перидотитовому [80]; «позднеархейско-раннепротерозойской габбро-перидотитовой» и «позднеархейской фации перидотитовых коматиитов» [11].

Распространение позднеархейских субвулканических образований габбро-перидотитового подкомплекса подчинено четкому литолого-стратиграфическому контролю. Вмещающими для них являются лишь те толщи, в состав которых входят высокомагнезиальные вулканиты, что с достаточной очевидностью подчеркивает их комагматичность. В частях разреза, где высокомагнезиальные вулканиты отсутствуют, породы данного подкомплекса не описаны.

Наиболее распространенной формой тел габбро-перидотитового подкомплекса являются незначительные по мощности, но довольно протяженные силлы и силлоподобные тела, которые в пределах площадей развития имеют преимущественно поясной характер распределения. Менее распространены, но более значительные по своим объемам массивы, имеющие удлиненные формы, ориентированные согласно или под острыми углами к простиранию вмещающих их пород. Силлы и силлоподобные образования контролируются горизонтами преимущественного развития коматиитов и магнезиальных сланцев. Вероятно, что какая-то их часть представляет собой кумулаты крупных рассеянных потоков коматиитов. В стратиграфическом плане они контролируются кенозерской толщей [67].

Пластовые тела наиболее распространены в кенозерской толще в Токшинской ветви ЗКП. Здесь они образуют скопления тел с четко выраженным поясным характером распределения. В магнитном поле им соответствуют линейно-вытянутые положительные магнитные аномалии. По данным бурения, мощность интрузивных тел габбро-перидотитового подкомплекса колеблется от нескольких метров до нескольких сотен метров. По протяженности линейных аномалий длина пластовых тел чаще всего интерпретируется в пределах 1,0–1,5 км. Падение их крутое, согласное с вмещающими их толщами.

В разрезах скважин, пробуренных в пределах линейных аномалий, часто встречаются апоперидотитовые и аподунитовые серпентиниты, метапироксениты и метагаббро по химическому составу соответствующие коматиитовым базальтам. Вероятно, это является свидетельством дифференцированности состава наиболее крупных пластовых интрузий.

Вторая группа интрузивных массивов закартирована в районе р. Волошова. Интрузивные массивы, помимо стратиграфического контроля, отличаются от пластовых интрузий формами. Они характеризуются линзовидной, каплевидной, линзовидно-пластовой формами. В структурно-тектоническом плане интрузивные массивы контролируются разломами северо-восточного простирания. Размеры тел колеблются в широком пределе от 150×900 м до $0,9 \times 4,5$ км [76].

Среди пород массивов наиболее распространены перидотиты с переменными соотношениями оливина и пироксена. Отмечаются оливиниты, роговообманковые перидотиты, пироксениты. Контакты между дифференциатами постепенные или, чаще, через тектонические нарушения (зоны сланцеватости с широко развитыми процессами тремолитизации, карбонатизации, оталькования). Закономерности распределения дифференциатов в массивах неясны. Исключение составляет массив, получивший название Вешкозерский, откартированный в районе оз. Вешкозеро. В нем по профилю скважин вскрывается довольно широкий спектр интрузивных пород от кварцевых габбро до метаперидотитов. Скважины не дают «перекрытый» разрез массива, геологическое строение которого осложнено разрывной тектоникой. Тем не менее даже в отдельных скважинах отмечаются четкие переходы от габбро до норитов или от габбро через пироксениты к перидотитам. По всей видимости, общая тенденция его дифференциации – увеличение основности пород от периферии к центру, но вполне возможно, что он сформировался в несколько интрузивных фаз.

Петрографическая характеристика пород габбро-перидотитового подкомплекса.

Пойкилитовые перидотиты наиболее распространены в относительно маломощных пластовых интрузиях, в более крупных телах – интрузивных массивах – они входят в состав фаз(?) наряду с дунитами и гипидиоморфнозернистыми перидотитами. Пойкилитовые структуры обусловлены выделениями ойкокристаллов пироксена, размер которых достигает 10 мм и более. В них заключены мелкие (не более 1 мм) округлые хадакрисы оливина. Как пироксен, так и оливин псевдоморфно замещены серпентином (антигоритом или хризотил-лизардитовым агрегатом). В интерстициях отмечается голубоватый хлорит (возможно, по плагиоклазу). Содержание оливина колеблется в пределах 50–80 %, пироксена – до 50 %, хлорита – не более 10 %. Рудные минералы представлены октаэдрическими зернами хромита и магнетита (более или менее равномерно рассеянных в оливине и пироксене), вторичными магнетитами и сульфидами, развитыми по силикатным минералам.

Изредка в пойкилитовых перидотитах отмечаются выделения роговой обманки и, еще реже, биотита, заполняющих интерстиции ойкокристаллов пироксена.

Оливиниты (дуниты), пироксеновые оливиниты, гипидиоморфнозернистые перидотиты распространены во внутренних частях наиболее крупных интрузивных тел. Оливин псевдоморфно замещен серпентином (преимущественно антигоритом). Формы зерен оливина округло-овальные, сглаженные, длиннопризматические и шестиугольные. Размер их до 3 мм, чаще 0,5–1,5 мм. Интерстиции зерен оливина заполняет пироксен, в зависимости от содержания которого состав пород колеблется от оливинитов до перидотитов с содержанием пироксена до 20 %. Пироксен чаще замещен антигоритом с сыпью магнетита, реже биотитоподобным хлоритом. Структура пород гипидиоморфнозернистая. Иногда отмечаются участки, сложенные пойкилитовыми и гипидиоморфнозернистыми перидотитами. Состав рудных минералов идентичен пойкилитовым перидотитам.

Пироксениты развиты во многих пластовых интрузиях, занимая в них объемы, сопоставимые с объемами перидотитов. В интрузивных массивах они менее распространены, приурочены к краевым приконтактным зонам, во внутренних их частях они отмечаются эпизодически. Пироксен в этих породах почти нацело, чаще псевдоморфно, замещен актинолитом и тремолитом. Несколько реже наблюдаются псевдоморфозы серпентина по пироксену в виде тонкозернистого агрегата с магнетитовой сыпью или бастита. Видимо, амфиболизации подвергался клинопироксен, серпентинизации – ортопироксен. Ортопироксен, судя по формам псевдоморфоз, может замещаться и тремолитом. Формы псевдоморфоз по клинопироксену – субпризматическая, по ортопироксену – близки к восьмигранникам. Содержание ортопироксена редко достигает 30–40 %. В оливиновых разностях пироксенитов оливин присутствует в виде округлых серпентинизированных включений в ойкокристаллах клинопироксена. В плагиопироксенитах плагиоклаз в чистом виде сохраняется редко. Чаще он замещается хлоритом, либо альбит-цоизит-хлоритовым агрегатом. Плагиоклаз занимает интерстиции зерен пироксена. Наиболее распространены нацело амфиболизированные клинопироксеновые разности пород с переменными количествами серпентинизированного оливина до 20 %, чаще 2–3 %, и хлоритизированного плагиоклаза (0–20 %, чаще 2–5 %). Реликтовая структура пород чаще панидиоморфнозернистая.

Породы габбрового состава образуют или самостоятельные интрузивные тела, или отмечаются, по всей вероятности, в виде линзовидных тел, перемежающихся с пироксенитами, а в Вешкозерском массиве и с габброноритами, норитами. Наиболее типичными для них являются структуры, характерные для коматиитовых габбро. Породы с такими структурами отнесены к интрузивной фации коматиитов [11]. Под микроскопом основные породообразующие минералы – плагиоклаз и амфиболизированный пироксен – образуют сложные взаимные прорастания. Пироксен более идиоморфен, присутствует в виде изогнутых призм с веерным угасанием или имеет метельчатые формы. В меланократовых, переходных к габбро-пироксенитам и норитам, разностях ксеноморфность плагиоклаза по отношению к пироксенам резко возрастает. Как правило, выделения пироксена резко превышают размеры зерен плагиоклаза. Последний деноритизирован – сосюритизирован или представлен альбит-олигоклазом с сыпью цоизита и (или) эпидота.

Часто отмечаются и обычные для габброидов структуры – габбровая, габбро-офитовая, пойкилоофитовая. В таких случаях отнесение этих пород к позднеархейскому габбро-перидотитовому подкомплексу довольно условно, в основном по петрохимическим признакам и по положению в разрезе. Из аксессуарных минералов для габбро характерны сфен и титаномагнетит.

Габбронориты, нориты имеют незначительное распространение. Основные объемы их сосредоточены в Вешкозерском массиве. Породы в этом массиве интенсивно переработаны тектоническими нарушениями и наложенной амфиболизацией, поэтому первичные породы иногда расшифровываются с трудом.

Геохимическая характеристика пород габбро-перидотитового подкомплекса.

В петрохимическом отношении основной объем интрузивных образований рассматриваемого подкомплекса принадлежит к коматитовой и толеитовой сериям (рис. 20). По содержанию и соотношению петрогенных компонентов породы починско-кенозерского субвулканического комплекса подобны вулканитам нижней части разреза (кенозерской толще) (рис. 21, 22).

Каменноозерский комплекс (vσLP₂k). К данному комплексу отнесена серия интрузивных тел основного–ультраосновного состава, вытянутая в северо-восточном направлении параллельно Волошовскому разлому и полностью локализованная в пределах Кенозерской и Кипозерской ветвей Сумозерско-Кенозерского ЗКП. Наиболее крупным и хорошо изученным массивом данного комплекса является Волошовский, расположенный в нижнем течении р. Волошова. Массив хорошо выделяется, по данным аэро- и наземной магнитной съемок [46; 48], в виде двух аномалий интенсивностью до 30 000 гамм. Массивы разделены серией тектонических нарушений.

Наиболее крупное интрузивное тело в Волошовской группе интрузий – массив Северный. Массив вытянут на 6,0 км при ширине до 1 км. Падение контактов крутое (70–85°), преимущественно в северо-западном направлении. Угол падения пород крутой, под углом 80° к юго-востоку [67].

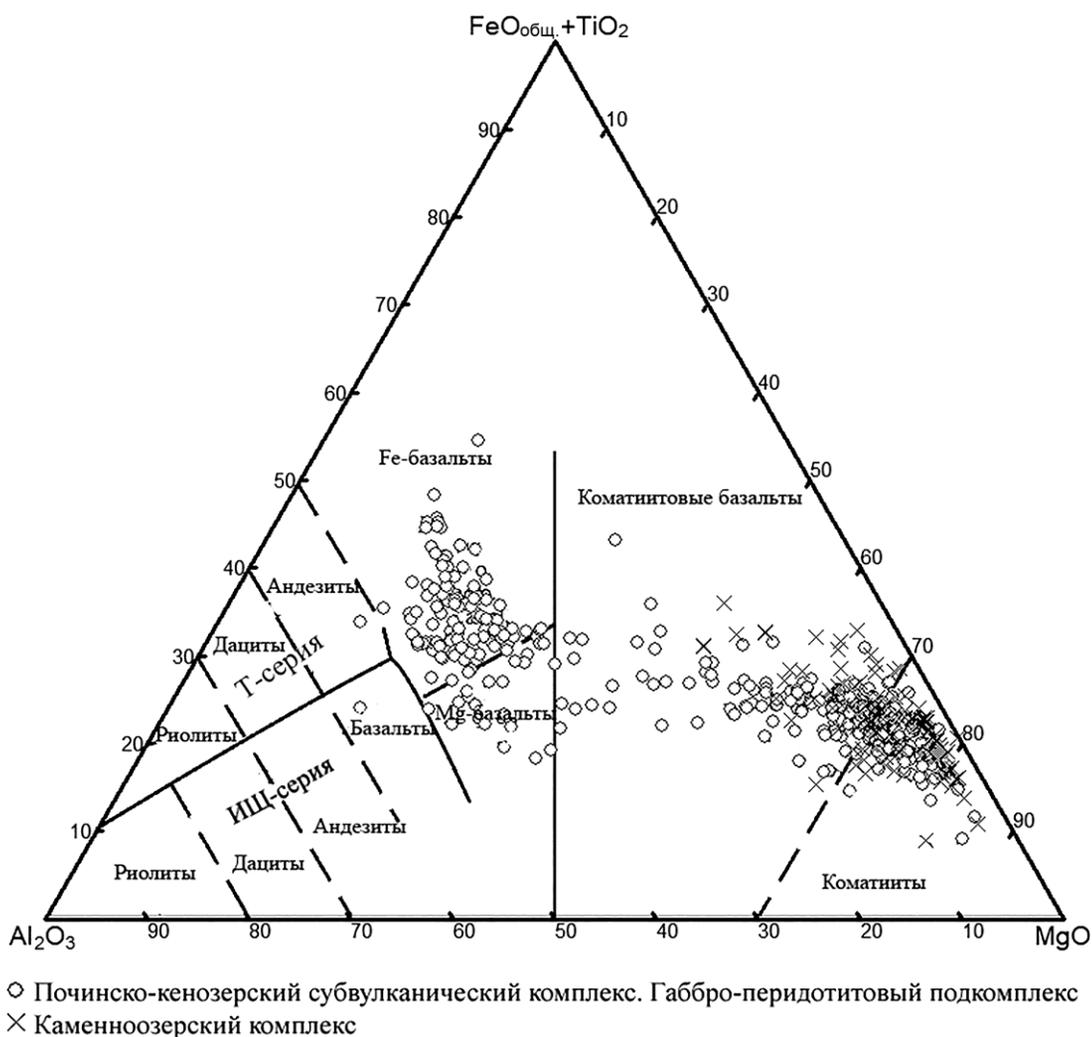
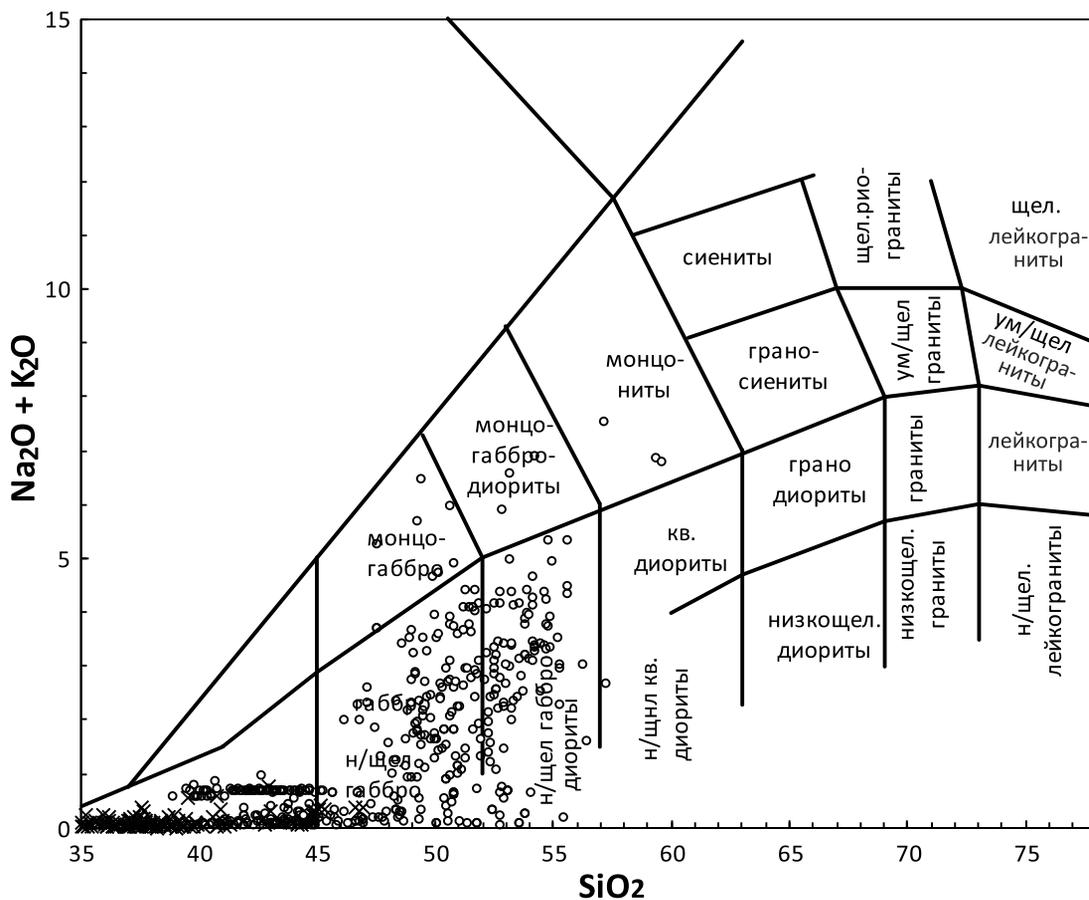


Рис. 20. Классификационная диаграмма Дженсона $Al_2O_3-(FeO_{общ.} + TiO_2)-MgO$ для среднелопийских интрузивных пород.



○ Починско-кенозерский субвулканический комплекс. Габбро-перидотитовая формация
 × Каменноозерский комплекс

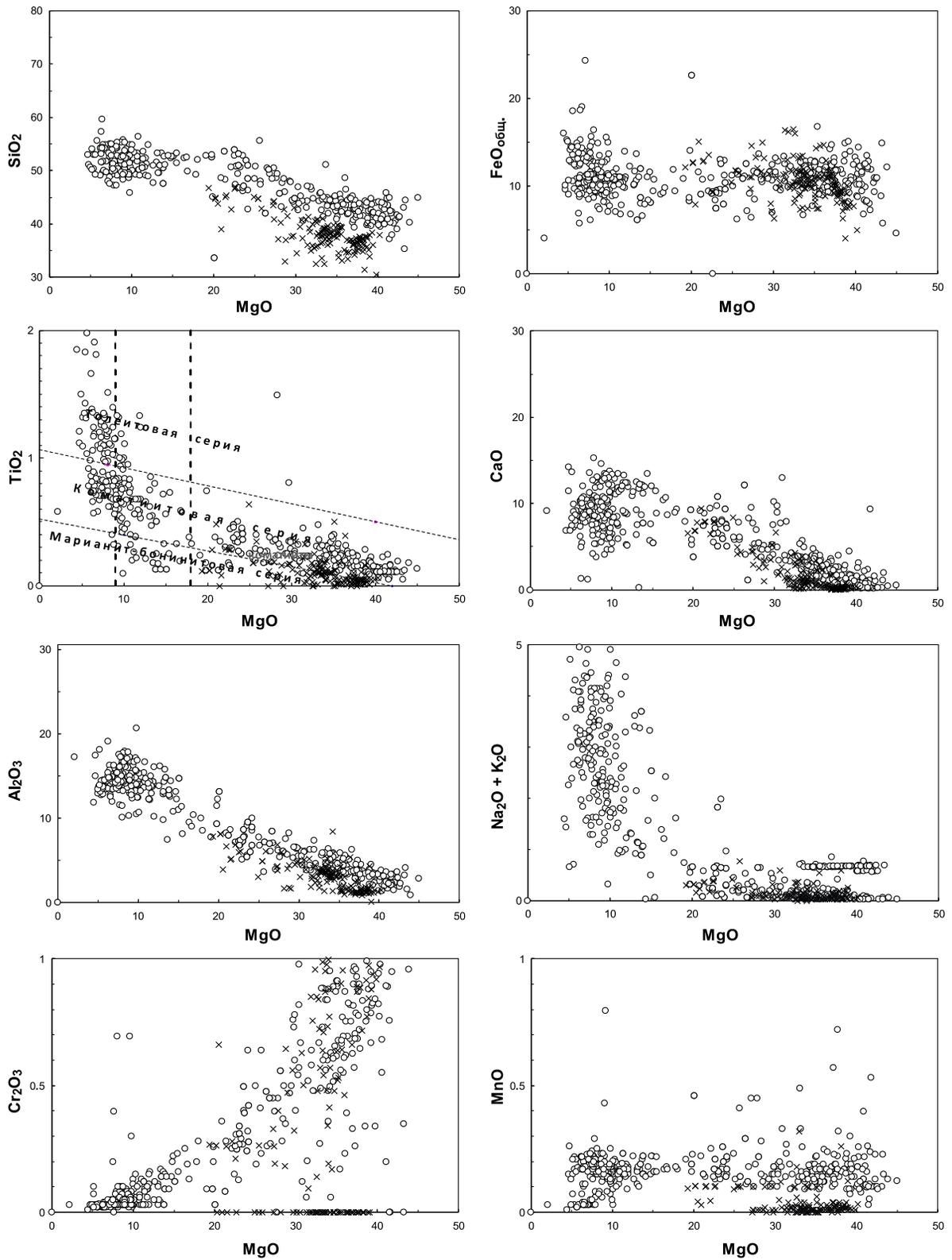
Рис. 21. Классификационная TAS диаграмма для среднелопийских интрузивных пород.

Северный массив сложен серпентинитами по перидотитам и пироксеновым оливинитам в тектонически ослабленных, переработанных до серпентин-тремолитовых, тальк-карбонатных и прочих метасоматитах. Почти вплотную к этому интрузиву примыкает массив Южный.

Южный массив, по данным магниторазведки, имеет протяженность 5 км, а ширину – от 50 до 500 м. Этот массив был достаточно изучен при проведении поисковых работ на никель [56] и Волошовской ГСП (1970–1973 гг.). Падение массива юго-восточное под углами 75–80°.

Породы, слагающие эти массивы, интенсивно метаморфизованы. Представлены апоперидотитовыми и апооливинитовыми серпентинитами. Реликтовые структуры материнских пород в них заметны слабо, исключение составляют породы Южного массива, где встречаются измененные перидотиты с реликтовыми моноклинными пироксенами. Моноклинные пироксены образуют крупные зерна, в которые включены более мелкие округлые зерна псевдоморфоз серпентина с примесью талька по оливину. Пироксен замещен агрегатом серпентина, хлорита, карбоната и тремолита. Структура перидотита пойкилитовая за счет включений округлых зерен оливина в пироксене.

Серпентиниты желтовато-, ярко-, серовато-, темно-зеленые мелкозернистые плотные массивные, с раковистым изломом, с жирным блеском, с петельчатой, листоватой, лепидобластовой, фибролепидобластовой, метельчатой структурами. Большую часть породы (80–95 %) составляет серпентин, образующий псевдоморфозы по оливину и ромбическому пироксену. Кроме серпентина, породы содержат в переменных количествах карбонаты главным образом магнезит, тонкочешуйчатый хлорит и рудные минералы, представленные магнетитом, пирротинном, халькопиритом, пиритом, хромитом, реже виоларитом, бравоитом и пентландитом. В подчиненном количестве присутствует марказит, миллерит, кубанит, борнит, сфалерит, арсенипирит, галенит, ильменит. Серпентиниты часто интенсивно карбонатизированы и тремолитизированы.



○ Починско-кенозерский субвулканический комплекс. Габбро-перидотитовый подкомплекс
 × Каменноозерский комплекс

Рис. 22. Состав среднелопийских интрузивных пород.

Отличительной чертой этих массивов является наличие многочисленных зон рассланцевания, милонитизации, брекчирования в приконтактных, реже центральных частях. В зонах тектонических нарушений серпентиниты интенсивно оталькованы, хлоритизированы и карбонатизированы. Часто породы превращены в сланцы преимущественно тальк-карбонатного состава. Для них характерна лепидогранобластовая структура и брекчиевидная, сланцеватая, очковая текстура.

Контакты массивов с вмещающими породами характеризуются зонами интенсивного рассланцевания и милонитизации, захватывающими как массив, так и вмещающие породы. Горячие интрузивные контакты отсутствуют [56].

Для эндоконтактных зон характерна общая схема зональности:

- рассланцованные карбонатизированные и оталькованные серпентиниты;
- тальк-карбонатные, хлорит-тремолитовые, хлорит-карбонатные сланцы, часто графитизированные.

Мощность таких зон достигает 30 м. Находящиеся в эндоконтактах metabазальты, спилиты и андезитовые порфириты также интенсивно рассланцованы и преобразованы в сланцы эпидот-актинолитового и хлорит-актинолитового составов, часто окварцованные и графитизированные. Мощность зоны измененных пород в экзоконтакте – 20 м.

Петрохимический состав пород каменноозерского оливинит-пироксенит-габбрового комплекса заметно отличается от починско-кенозерского субвулканического комплекса. Для них характерны заметно меньшие содержания SiO_2 , TiO_2 и Al_2O_3 (рис. 21, 22). Согласно химическому составу, породы соответствуют коматиитовой и бонинитовой сериям (рис. 20). Этот факт, вероятно, свидетельствует о другом источнике мантийных расплавов, из которых был сформирован этот интрузивный комплекс по сравнению с породами починско-кенозерского субвулканического комплекса.

Определение значения изотопного возраста пород каменноозерского комплекса было проведено на площади листа Р-36-ХII в двух пробах с использованием ионного микрозонда SHRIMP-II и составило 2840 ± 5 и 2818 ± 14 млн лет.

Раннепротерозойские интрузивные образования

Комплекс Ветреного пояса плутонический перидотит-пироксенит-габбровый ($\sigma\text{KR}_2^1\nu$). Интрузивные раннепротерозойские 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 составу породы комплекса можно разделить на два подкомплекса: перидотит-пироксенитовый и габбро-диоритовый.

Перидотит-пироксенитовый подкомплекс ($\sigma\text{KR}_2^1\nu$). В пределах листа интрузивные образования подкомплекса представлены как мелкими дайкообразными телами, так и крупными протяженными (до 2 км) массивами шириной до 0,6 км. Вмещающими породами для них являются вулканогенно-осадочные отложения кожозерской и виленгской свит структуры Ветренный пояс. Интрузивы расположены широкой, согласной с общим северо-западным простиранием структурной зоны, полосой в северо-восточной части исследуемой площади.

Массивы, благодаря своей повышенной намагниченности ($1800\text{--}15\,000 \times 10^{-6}$ ед. СГС) четко выделяются локальными аномалиями на фоне слабромагнитного 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. Контакты чаще всего секущие и редко согласные с вмещающими породами.

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 комплекс представлен широким спектром пород: перидотиты, серпентиниты, пироксениты. В отдельных интрузиях наблюдаются постепенные переходы од-

ной 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. Моноклинный пироксен всегда превышает ромбический в 4–5 раз, а содержание оливина иногда достигает 80–90 % и порода по составу близка к оливинитам.

В составе плагиоклазсодержащих лерцолитов, кроме вышеуказанных 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 (антгорит, 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-волокончатая. 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, среднезернистое 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 –($FeO_{общ.} + TiO_2$)– MgO (рис. 10). 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 пороодообразующими компонентами (рис. 11) фигуративные точки составов пород перидотит-пироксенитового подкомплекса формируют узкий эллипс, который характеризуется содержаниями (масс. %): $SiO_2 = 39–52$; $TiO_2 = 0–0,5$; $FeO_{общ.} = 7,9–16,7$; $MgO = 20–45$; $Al_2O_3 = 1–9$ и $Na_2O + K_2O$ до 2 % при $Na_2O > K_2O$.

На диаграммах с редкими элементами (рис. 13) фигуративные точки составов пород образуют компактное поле (в некоторых координатах – узкий эллипс). В целом можно выделить следующие геохимические особенности по РЭ: содержания $Ti = 1440–2450$ ppm; $Y = 2,5–5,2$ ppm; $Zr = 12–13,1$ ppm; $Sr = 7–48$ ppm; $Rb = 3–3,5$ ppm; $Ba = 5–77$ ppm. Спектры распределения РЗЭ (рис. 14) характеризуются пологим наклоном $(Ce/Sm)_n = 1,3–2,5$; $(Sm/Yb)_n = 1,4–3$; $(Ce/Yb)_n = 2–7$ и отчетливой Eu аномалией $Eu/Eu^* = 0,7–0,9$. Нормированные содержания всех редкоземельных элементов меньше 10, кроме La, содержание 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.

Габбро-диоритовый подкомплекс ($\nu\text{KR}_2^1\nu$). Интрузивные образования данного подкомплекса выходят на дневную поверхность вдоль юго-западного берега оз. Кожозеро (территория листа Р-37-IX), а также вскрыты серией скважин предшественников среди осадочно-вулканогенных пород нижнего протерозоя [55; 63]. По петрографо-минералогическим особенностям породы комплекса 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 (70–90°). 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, габбродиабазовая.

Кварцевые диориты, кварцсодержащие габбродиориты. Тела диоритов, габбродиоритов представляют собой изометричные интрузии прослеживающиеся по простиранию от 0,5 до 3 км при ширине от 0,1 до 0,5 км. Характер контактов неясен, т. к. контакты скважинами вскрыты и обнажены не были.

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 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 – сосюритом.

На классификационных диаграммах (рис. 10) фигуративные точки примерно поровну распределены по полям коматиитовой и толеитовой серий.

На бинарных диаграммах фигуративные точки составов пород габбро-диоритового подкомплекса характеризуются широкими вариациями пороодообразующих компонентов (рис. 12). Вариации пороодообразующих оксидов находится в следующих пределах (масс. %): $\text{SiO}_2 = 46\text{--}60$, $\text{TiO}_2 = 0,3\text{--}2$; $\text{FeO}_{\text{общ.}} = 4,5\text{--}16$; $\text{MgO} = 3\text{--}19$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4\text{--}21$ 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 (прил. 8). 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-пироксенитового подкомплекса (рис. 23). Норми-

рованные 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 состоять в значительной степени из оливина с небольшим количеством клинопироксена и (возможно) ортопироксена.

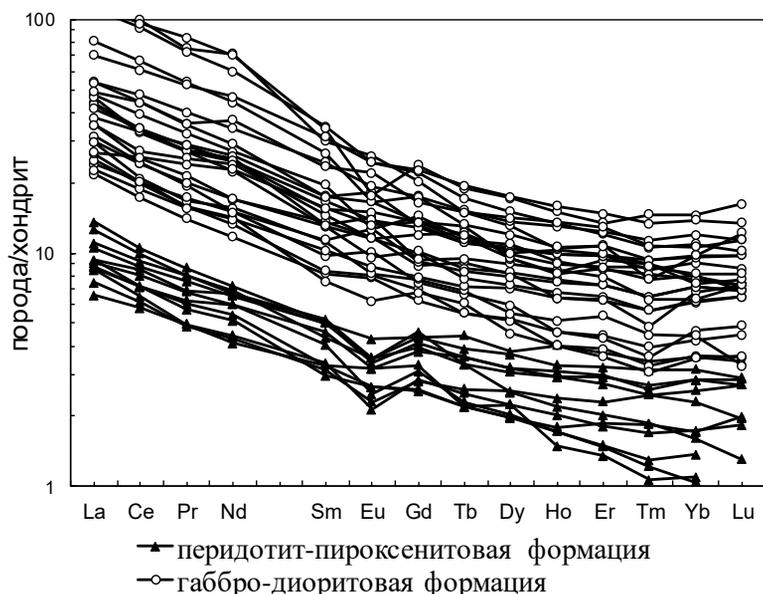


Рис. 23. Нормированные на хондрит С1 [36] спектры распределения редкоземельных элементов в протерозойских интрузивных образованиях.

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 [82] 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. 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 микрозонде 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. 24). 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. 25).

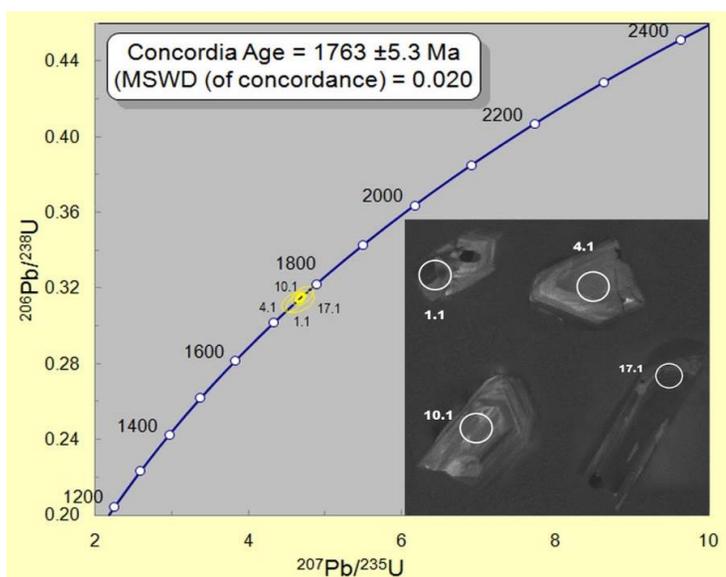


Рис. 24. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Конкордантный возраст – 1763±5,3 млн лет.

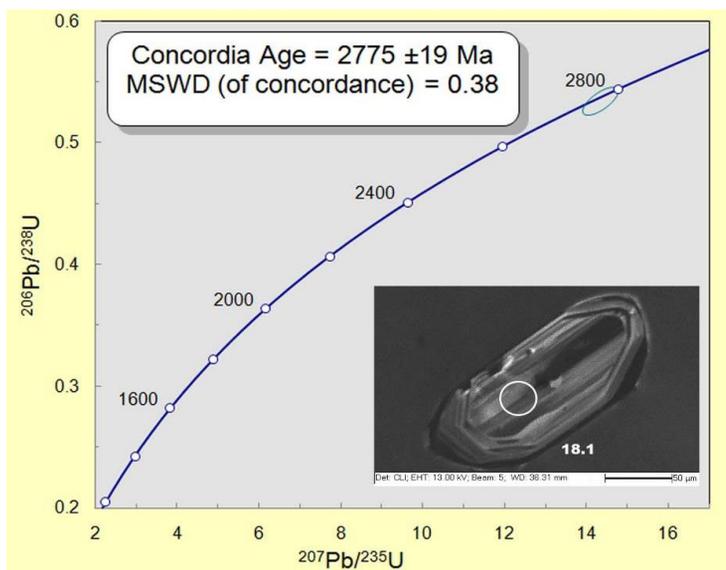


Рис. 25. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Конкордантный возраст – 2755±19 млн лет.

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 и нижним -176 ± 960 млн лет (рис. 26). 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.

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. 27).

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.

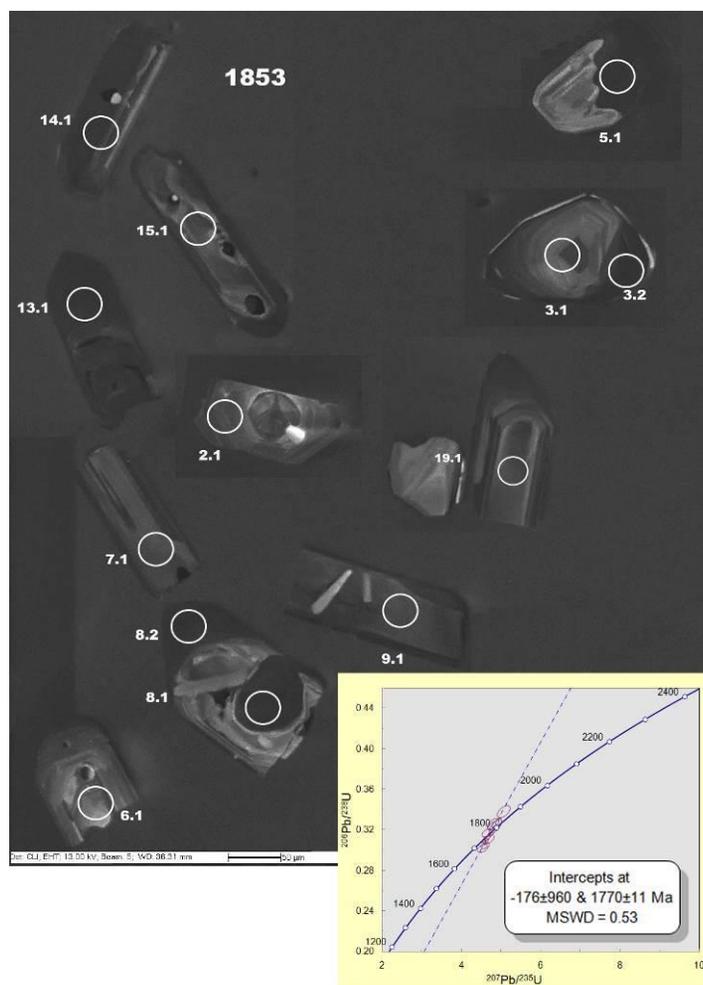


Рис. 26. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Верхнее пересечение дискордии – 1770 ± 11 млн лет.

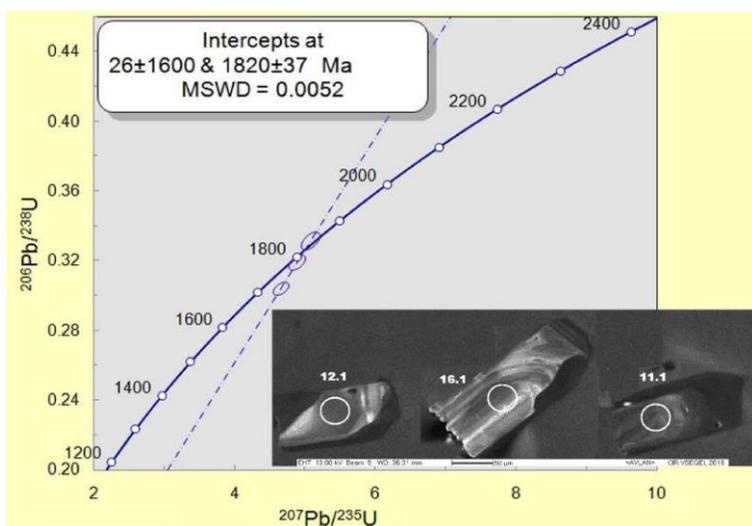


Рис. 27. Диаграмма с конкордией для цирконов из кварцевых габбро (проба 1853) Шардозерской площади. Верхнее пересечение дискордии – 1820 ± 37 млн лет.

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

Волоцкая толща ($\alpha SM-LP_2VI$). Саамско-среднелопийские глубокометаморфизованные породы волоцкой толщи выделены в виде разобщенных участков размером до нескольких квадратных километров и полностью локализованы в пределах более молодых образований водлинского плутоно-метаморфического комплекса, слагающего основной объем Водлозерского блока.

Саамско-лопийский комплекс метаморфогенных образований волоцкой толщи представлен роговообманковыми амфиболитами, амфибол-плагноклазовыми, амфибол-пироксен-плагноклазовыми кристаллическими сланцами различной зернистости с гранобластовыми, реже мозаичными структурами. Широко развиты катакластические структуры. Мозаичные структуры отчетливо фиксируются в пироксенсодержащих разностях пород, которые условно отнесены [67] к гранулитовой фации метаморфизма. Вопрос о принадлежности этих пород к амфиболитовой или гранулитовой фации метаморфизма требует дальнейшего изучения.

Породы интенсивно мигматизированы и огнейсованы. Лейкосома мигматитов имеет состав плагногранитов. Типы мигматизации различные – от полосчатых инъекционных до теневых мигматитов, состав которых варьирует от плагноамфиболитов до амфиболовых гранитогнейсов.

В разрезах отдельных скважин отмечаются амфиболовые гнейсы, которые практически не отличаются от «серых гнейсов» Водлозерского блока, возраст которых по цирконам уран-свинцовым методом определен в 3540 ± 60 млн лет.

К саамию – среднему лопию эти породы отнесены условно, по аналогии с подобными образованиями Водлозерского геоблока, возраст которых по уран-свинцовому методу составил 3150 млн лет.

ТЕКТОНИКА

Территория листа Р-37-ХV расположена в пределах двух структур первого порядка – Русской плиты (I) и Балтийского щита (II). На площади листа в пределах Балтийского щита выделяется юго-восточная часть Карельского геоблока (II-A), который, в свою очередь, представлен Выгозерско-Кожозерской подзоной (II-A1), сложенной Киричской (II-A1₁) и Кожозерско-Шардозерской структурами (II-A1₂), Водлозерским блоком (II-A2) и Сумозерско-Кенозерским зеленокаменным поясом (II-A3). Сумозерско-Кенозерский зеленокаменный пояс состоит из трех ветвей: Токшинской (II-A3₁), Кипозерской (II-A3₂) и Волошовской (II-A3₃).

Представляющие Русскую плиту осадочные образования отнесены к Онежской (I-A) и Ладожской моноклиналям (I-B).

Исходя из условий залегания и состава образований, слагающих различные структурные единицы, на площади листа выделено четыре структурных этажа: саамско-среднелопийский, среднелопийский, раннепротерозойский и палеозойский.

Саамско-среднелопийский структурный этаж

В качестве единого, самого древнего структурного этажа (геодинамического комплекса древней протоконтинентальной коры) рассматриваются образования водлинского комплекса саамия – среднего лопия (гранодиорит-плагиогранитовая формация) и волоцкой толщи саамия – среднего лопия (амфиболитовая формация). Образования данных породных комплексов практически неразделимы вследствие наложенных ультраметаморфических преобразований и являются основанием для всех распространенных в пределах листа более поздних по времени образования структур.

Плутоно-метаморфические образования водлинского комплекса Водлозерского блока представлены интенсивно мигматизированными, гранитизированными плагиогранитами. Породы испытывали неоднократный метаморфизм вплоть до гранитизации, поэтому достоверных геологических границ разных типов пород установлено не было.

Сложность внутреннего строения Водлозерского блока обусловлена тектонической активностью и интенсивной мигматизацией в позднем архее. Две датировки по цирконам, полученные в рамках ГДП-200, фиксируют последний этап гранитизации образований водлинского комплекса на рубеже 2788 ± 17 млн лет [82].

В гравитационном и магнитном полях породы этажа характеризуются относительно пониженными значениями без амплитудных аномалий.

Среднелопийский структурный этаж

К среднелопийскому структурному этажу на территории листа относятся образования Токшинской ветви Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса (ЗКП). На геологической карте образования ЗКП расположены в западной части листа в пределах Водлозерского блока, где образуют три ветви: северо-западную Токшинскую, юго-западную Волошовскую и восточную Кипозерскую. Кипозерская ветвь практически полностью перекрыта палеозойскими осадками Русской плиты, и ее положение фиксируется исключительно по геофизическим данным.

Породы, слагающие геодинамический комплекс ЗКП, относятся к четырем формациям: коматиитовой, базальт-терригенной, габбро-пироксенитовой и перидотит-пироксенит-габбровой. Контакты пород комплекса ЗКП с плутоно-метаморфическими образованиями водлинского комплекса повсеместно тектонические, с развитием милонитов и катаклазитов. Материнские

коматииты и коматиитовые базальты кенозерской толщи в зоне нижнего контакта и вулканогенно-осадочные породы починской толщи в зоне верхнего контакта превращены в талькхлоритовые, серицит-альбитовые сланцы. Широко распространенные в пределах кенозерской и починской толщ субсогласные интрузии габбро-пироксенитовой формации являются субвулканическими аналогами пород вмещающих их толщ. Внедрение массивов перидотит-пироксенит-габбровой формации каменноозерского комплекса фиксирует последний этап магматизма, связанного с геодинамической обстановкой ЗКП.

В магнитном поле ЗКП проявлен областью высококонтрастных положительных аномалий среди слабопеременного поля, которым характеризуются вмещающие гранитоиды водлинского комплекса.

Нижнепротерозойский структурный этаж

Образования раннепротерозойского структурного этажа слагают структуру Ветреный пояс Выгозерско-Кожозерской подзоны Восточно-Карельской СФЗ и представлены двумя структурными ярусами: нижнекарельским (Киричская структура) и верхнекарельским (Кожозерско-Шардозерская структура).

Структура Ветреный пояс занимает пограничное положение между Беломорским подвижным поясом и Карельским кратоном (относится к последнему), границы ее повсеместно тектонические. От Беломорского геоблока структура отделяется глубинным Северным разломом (лист Р-37-IX), от Водлозерского блока она отделяется Южным разломом (1).

Зарождение структуры связано с образованием в сумийское время протонутриконтинентальной депрессии на окраине водлозерского домена, которая в результате дальнейшего прогибания в условиях растяжения в людиковийское время получила развитие в качестве протоконтинентального рифта. В свекофенское время в результате смены режима растяжения на сжатие и последующего надвигания Беломорского блока на Водлозерский, северо-восточное крыло структуры Ветреный пояс было уничтожено при погружении под беломориды.

В настоящее время Ветреный пояс представляет собой моноклираль, породы которой полого падают на северо-восток.

Нижнекарельский структурный ярус. Киричская структура (моноклираль) сложена толщей терригенно-андезитобазальтовой формации киричской свиты в составе нижней терригенной и верхней, преимущественно базальтовой подсвиты, а также породами карбонатно-терригенной формации кохозерской свиты. На нижележащих образованиях саамско-среднелопийского и среднелопийского структурных этажей нижнекарельские терригенные породы залегают с резким угловым и стратиграфическим несогласием. Граница проходит по Южному предполагаемому разлому (вероятнее всего, надвигу), что фиксируется интенсивной тектонической переработкой пород в близконтактной зоне. Вне зоны влияния тектонического контакта породы в пределах киричской структуры залегают моноклиально с пологим падением 10–40° в северо-восточном направлении.

Верхнекарельский структурный ярус. Образования верхнекарельского структурного яруса представлены на территории листа Кожозерско-Шардозерской структурой (моноклиалью) – породами карбонатно-терригенно-углеродсодержащей формации виленгской свиты, накопление которых фиксирует начало рифтогенного этапа формирования структуры Ветреный пояс. От нижележащих образований нижнекарельского яруса они отделены глубинным Центральным разломом (2) надвигового характера.

Породы представлены чередованием метаалевролитов, метаалевритов и метапесчаников с мощностью слоев в первые сантиметры, которые в целом залегают моноклиально 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.

Палеозойский структурный этаж

Породы, относимые к палеозойскому структурному этажу, представляют отложения Русской плиты с резким угловым и стратиграфическим несогласием, залегающие на более древних образованиях кристаллического фундамента. Данный структурный этаж делится на два структурных яруса: девонский и каменноугольный.

Девонский структурный ярус. Образования данного структурного яруса слагают Ладожскую моноклиналию Сухонско-Важской СФЗ и относятся к терригенной формации прибрежно-морских и озерно-аллювиальных равнин. Породы представлены пестроцветными алевролитами, песчаниками, глинами. Отложение терригенных толщ девона происходило трансгрессивно после длительного перерыва в условиях сильнорасчлененного рельефа кристаллического фундамента. Судя по редким скважинам, полностью вскрывшим девонские отложения, породы залегают моноклиналию, заполняя неровности фундамента.

Каменноугольный структурный ярус. Образования каменноугольного яруса слагают Онежскую моноклиналию Онежско-Северодвинской СФЗ Русской плиты и залегают на девонских терригенных образованиях с небольшим угловым несогласием после перерыва в осадконакоплении. Каменноугольная система в пределах листа представлена всеми тремя отделами. Терригенные, преимущественно глинистые отложения нижнего отдела заполняют локальные неровности в рельефе докарбонной поверхности. Отложения среднего отдела каменноугольного периода представлены преимущественно известняками с прослоями глин и доломитов. Верхний отдел представлен доломитами емецкой толщи.

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

Все границы геологических подразделений допалеозойского возраста в пределах листа являются тектоническими. По геологической значимости разрывные нарушения в пределах листа подразделяются на главные и второстепенные. Наиболее древними из установленных на территории разломами являются тектонические контакты среднелопийских толщ Сумозерско-Кенозерского ЗКП с вмещающими плутогенно-метаморфогенными образованиями водлинского комплекса. К этому же возрастному уровню можно отнести разломы, разграничивающие отдельные пачки пород внутри зеленокаменной толщи. Ранее при проведении ГСР-50 [67] по этим разрывным нарушениям весь среднелопийский разрез был расчленен на серию отдельных толщ, хотя, вероятнее всего, имеет место многократное «тектоническое» тиражирование одних и тех же образований.

Более молодыми является серия субширотных разломов, развитых в пределах Водлозерского блока, положение которых фиксируется смещением положения среднелопийских толщ, которое наиболее явно проявлено в магнитном поле в северной ветви ЗКП в области наименьшей мощности зеленокаменных образований.

Серия разломов северо-западного простирания надвиговой кинематики выражена в пределах всей структуры Ветренный пояс и, вероятно, относится к свекофеннскому времени, т. к. деформация данного этапа охватывает все раннепротерозойские образования.

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, однако они же, вероятно, являются магмоподводящими для некоторых из массивов среднелопийского каменноозерского комплекса, что свидетельствует о глубинности их заложения и длительности тектонической активности.

Всего выделяется три главных разлома, которые в основном определяют структурный план геологического строения площади: Южный (1), Центральный (2) и Волошовский (3).

Южный (1) разлом глубинного заложения имеет, предположительно, надвиговую кинематику и разграничивает Водлозерский блок Центрально-Карельской СФЗ и структуру Ветренный пояс Восточно-Карельской СФЗ. В зоне влияния разлома при ГСР-50 [67] установлено крутое до обратного залегание сланцев нижней подсвиты киричской свиты, их гофрирование, интенсивная милонитизация, брекчирование.

Центральный (2) разлом надвиговой кинематики разграничивает образования нижнекарельского и верхнекарельского структурных ярусов. В геофизических полях положение разлома фиксируется серией высокоамплитудных аномалий, соответствующих магматическим телам перидотит-пироксенит-габбровой формации субсогласным с вмещающими породами. На сопредельной с севера территории скв. 4 [82] 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 складочки (гофрированы), местами раздроблены, в двух интервалах на удалении нескольких десятков метров от зоны надвига отмечается скарирование пород.

Волошовский разлом (3) северо-восточного простирания является наиболее поздним из главных разрывных нарушений на территории листа. Разлом фиксируется в геофизических полях зоной потери корреляции полей и смещением геологических границ образований раннепротерозойского структурного этажа. Морфологически разлом выражен в гидросети – по зоне ослабленных пород в области его влияния расположена долина р. Ундоша, мощность четвертичных образований в которой достигает 80 м (скв. 15; [61]).

Разлом представляет собой долгоживущую тектоническую зону и имеет сбросо-сдвиговую кинематику. Исходя из условий осадконакопления в палеозойское время, можно сделать вывод, что по зоне Волошовского разлома неоднократно происходили вертикальные движения блоков кристаллических пород допалеозойского возраста, что нашло свое отражение в современном гипсометрическом положении чехла палеозойских осадков.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ

Информацию о глубинном строении территории листа Р-37-ХV (Поча) 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) [82]; материалов по сейсмическим профилям: Костомукша–(Плесецк)–Семипалатинск (проект Рубин-1) [50] и р. Ниж. Телза – оз. Кипозеро [41], 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–А₃, 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 Карельский геоблок, представленный структурой Ветреный пояс, Водлозерским блоком и Сумозерско-Кенозерским зеленокаменным поясом.

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: архейский сумозерско-кенозерский вулканогенно-осадочный, 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 архейских вулканогенно-осадочных образований принята равной 2,67–2,74 г/см³, раннепротерозойских вулканогенно-осадочных – 2,64–2,73 г/см³, средняя плотность пород фундамента – 2,68 г/см³.

Дополнительная информация получена по расчетным данным геолого-геофизического разреза А₁–А₃, которая показывает, что в пределах площади основная часть образований нижнего протерозоя залегает в виде тектонических пластин. Мощность вулканогенно-осадочного комплекса составляет порядка 2,0 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°.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В истории геологического развития территории листа Р-37-ХV устанавливается пять крупных временных интервалов (эпохи), различающиеся спецификой основных геодинамических процессов: саамско-среднелопийская (на ранних стадиях формирования протоконтинентальной коры, на завершающих – заложения зеленокаменного пояса), раннепротерозойская (смена режимов протонутриконтинентальных депрессий и протоконтинентального рифтогенеза), свекофеннская (коллизионный), палеозойская (внутриконтинентальных бассейнов) и кайнозойская.

Саамско-среднелопийская 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 геоблока.

Несколько близких значений абсолютного возраста (2863 ± 6 , $2958 \pm 5,9$ и 2951 ± 16) было получено U-Pb методом по цирконам, выделенным из плагиогранитов водлинского комплекса, что хорошо коррелируется с возрастом пород тоналит-трондьемит-гранодиоритовой серии, полученному западнее территории листа – 2961 млн лет. Самое молодое из полученных значений абсолютного возраста в рамках ГДП-200 – 2788 ± 17 млн лет, по-видимому, отражает последний этап консолидации водлозерского домена [82]. Начиная с этого времени, достоверно установленных геологических событий в пределах Водлозерского блока не установлено.

В среднем лопии в инт. 3000–2800 млн лет происходит заложение Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса, фрагмент которого локализован на территории листа Р-37-ХV. Породы структуры практически не обнажены, и их изучение проводилось по керну скважин. Разрез представлен базальтами, коматиитами и их туфами с долей вулканогенно-терригенных пород, а также андезитов-базальтами. Вулканиды метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма. Для коматиитов, базальтов и андезитов-базальтов Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса определения абсолютного возраста составляют от 2857 ± 7 до 2960 ± 150 млн лет [82].

Результаты обобщения исследований по геодинамике региона позволяют рассматривать архейские вулканические структуры на площади листа как образования, сформированные в условиях палеостроводужной системы.

На заключительной стадии саамско-среднелопийской эпохи развития Сумозерско-Кенозерский зеленокаменный пояс формирует одноименный аккреционный ороген вдоль восточной окраины Водлозерского блока.

Раннепротерозойская (карельская) эпоха геологического развития территории полностью связана с формированием структуры Ветреный пояс. В данном временном периоде можно выделить два крупных интервала: сумийско-сариолийский (2,5–2,3 млрд лет) и ятулийско-людиковый (2,3–2,0 млрд лет).

Сумий-сариолийский период (2,5–2,3 млрд лет) карельского времени знаменуется заложением на северо-восточной окраине водлозерского континента узкой линейной депрессии в усло-

виях 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 многопокровных толщ вулканитов преимущественно андезибазальтов–андезитов с горизонтами туфов, туфонкогломератов верхней подсвиты киричской свиты.

В конце нижнего карелия сумийско-сариолийский комплекс подвергся метаморфизму и складчатости [83].

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

Начало *людиковийского 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 раннепротерозойский этап развития территории заложением системы глубинных разломов северо-западного простирания и излиянием мощной толщи базальтов, коматиитовых базальтов и коматиитов свиты Ветреного пояса (в пределах площади листа Р-37-IX). 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 (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 кожозерской свит. Достоверно установлено, что интрузии комплекса Ветреного пояса прорывают главным образом отложения виленгской свиты, наличие их среди пород кожозерской свиты предполагается по геофизическим данным. С данной стадией увязывается основной объем автотематоматических и низкотемпературных изменений пород.

Завершение карельского вулканизма ознаменовалось последующей **свекофеннской коллизией** (1,97–1,88 млрд лет), в результате которой Беломорский и Водлозерский блоки 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 водлозерского континента мощных покровов беломорских плутоно-метаморфических образований уничтожило восточную часть раннепротерозойского синклиория 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 кожнозерской и особенно виленгской свит. В магнитном поле, благодаря насыщенности виленгской свиты высокомагнитными субсогласными интрузиями комплекса ветреного пояса, хорошо отображается современная внутренняя структура толщи, которая осложнена множеством надвигов, фронт которых имеет преимущественно северо-западное простирание.

Палеозойская эпоха развития территории ознаменовалась серией крупных трансгрессий, разделенных весьма значительными регрессивными циклами с периодами континентальных условий осадконакопления, о чем свидетельствует весьма разнообразный набор отложений, слагающих осадочный чехол – от гравелитов и глин до известняков и доломитов.

На протяжении кембрия, ордовика, силура и большей части девона, изученная территория развивалась в континентальных условиях. Первая крупная палеозойская трансгрессия отмечается в франское время, в ходе которой происходило накопление мелководных осадков, представленных песчано-глинистыми отложениями и алевролитами. Отсутствие осадков девона над большинством существующих возвышенностей кристаллического фундамента к северо-западу от р. Ундюша объясняется их последующей эрозией в период континентальных условий развития территории.

Начиная с фаменского века девона и до турнейского нижнего карбона, на исследованной территории происходили процессы эрозии, связанные с господством континентальных условий развития.

Началом следующего этапа накопления осадков на рассматриваемой территории стала позднеурнейская трансгрессия нижнего карбона. Мелководные прибрежные условия, существовавшие в течение визейского и начале серпуховского веков, оставившие после себя мощную толщу терригенных осадков, представленных чередованием песчано-глинистых образований и алевролитов, сменились к концу серпуховского века глубоководными карбонатными осадками, маркирующими условия максимума трансгрессии.

После полной регрессии моря в среднем карбоне наступает очередной перерыв в осадконакоплении, продолжавшийся в течение башкирского и начале московского веков, после которого отмечается глобальная трансгрессия в середине московского века.

Во время московской трансгрессии осадконакопление шло в условиях обширного глубоководного бассейна, что зафиксировано мощной монотонной толщей карбонатных пород, представленных известняками, доломитизированными известняками и доломитами. В конце московского века отмечается изменение уровня моря, что находит отражение в составе осадков, характеризующих накопление в условиях мелководной окраины морского бассейна. На протяжении первой половины касимовского века уровень моря колеблется в несущественных пределах, а затем происходит его наступление, выраженное в смене состава осадков с терригенных на карбонатные. С окончанием касимовского века наступает мощная регрессия моря, с которой завершается этап морского осадконакопления на исследуемой территории.

Площади, занятые морем, постепенно уменьшались к юго-востоку с каждой из отмеченных трансгрессий. Так, осадки первых палеозойских трансгрессий занимают до 70 % площади территории исследований, а отложения касимовского века (времени последней трансгрессии) занимают лишь небольшой участок на юго-востоке.

Начиная с пермского периода палеозойской эпохи, на изученной территории существуют континентальные условия.

Кайнозойская эпоха. Отсутствие отложений раннего, среднего и нижней частей 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) на территории происходило чередование таежных и хвойно-широколиственных лесов, 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 портляндия), 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-ХV расположена на границе Балтийского щита (его юго-восточной оконечности) и Русской плиты. Граница щита и плиты проходит от северо-восточного к юго-западному углу площади. Максимальные абс. отм. в пределах листа для Балтийского щита – 204 м (северо-западнее оз. Сосновец), для Русской плиты – 230 м (район оз. Сарозеро), минимальные – 85 м (урез оз. Кенозеро, расположенного на границе щита и плиты). Относительные превышения в пределах площади колеблются от 20 до 50 м.

Геологическое строение территории достаточно сложное, коренной субстрат представлен магматическими, метаморфическими и осадочными породами как высокой (гранодиориты, метабазалты, кварциты, известняки, доломиты), так и относительно низкой денудационной устойчивости (алевриты, песчаники, глины). Менее устойчивые породы распространены преимущественно в юго-западной и центральной частях площади.

Основные черты современного рельефа сформированы в результате экзарационной деятельности неоплейстоценовых ледников и несколько смоделированы процессами водноледниковой, водной аккумуляции и эрозии, а также биогенной аккумуляции.

Из современных геолого-геоморфологических процессов наиболее значительную роль играет заболачивание и водная эрозия и аккумуляция, в незначительной степени проявлены карстообразование, озерная абразия и аккумуляция. Техногенное воздействие на геологическую среду и рельеф весьма незначительное.

Речная сеть территории листа хорошо развита. Многие реки наследуют в качестве своих долин понижения в рельефе, разломы и зоны трещиноватости в магматических и метаморфических породах. Преобладает дендрический, редко – прямоугольный рисунок речной сети. Наиболее крупные реки (Кена, Ундоша, Токша) имеют на большей своей части преимущественно корытообразный поперечный профиль, продольные их профили умеренно выработаны. Долины малых рек имеют V-образный или каньонообразный поперечный профиль и слабовыработанный продольный профиль. Характерной чертой речных долин в северо-восточной части описываемой территории являются многочисленные пороги.

РЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ ДОЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОГРЕБЕННЫЙ РЕЛЬЕФ

В рельефе коренных пород можно выделить три крупные области. В северо-восточной части территории расположена пологонаклонная на юго-восток интенсивно расчлененная равнина, соответствующая краевой зоне Балтийского щита. В восточной части находится крупная платообразная возвышенность (Карбоновое плато). Юго-западная часть занята понижением, приуроченным к Русской плите, в пределах которого можно выделить линейные впадины северо-северо-восточного и восток-северо-восточного простираний [82].

В пределах листа Р-37-ХV отмечены погребенные формы флювиального рельефа – палеодолины. Палеодолины рек Кена и Ундоша развивались на протяжении длительных периодов времени (Кена, вероятно, с неогена, Ундоша – как минимум со среднего неоплейстоцена), в результате чего здесь были сформированы глубокие эрозионные врезы, которые впоследствии были заполнены различными по генезису отложениями неоплейстоцена и перекрыты отложениями ошашковского горизонта и голоценом. Ширина этих палеодолин достигает 3 км, глубина – 70–80 м (р. Ундоша) и более 200 м (р. Кена).

В основу классификации рельефа положен морфогенетический принцип. В пределах листа Р-37-ХV в современном рельефе выделены участки тектонического, структурно-денудационного, экзарационно-аккумулятивного, эрозионно-аккумулятивного и аккумулятивного типов.

Тектонический рельеф

Равнина плоская ступенчатая (1), к которой приурочены акватория оз. Кенозеро и прилегающие к ней участки, развита на абс. отм. от 150 до 0 м. Оз. Кенозеро представляет собой комплекс языковидных заливов, плесов и островов, вытянутых в северо-восточном направлении вдоль границы Балтийского щита и Русской плиты. Современная береговая линия озера в значительной степени совпадает с V-образной депрессией в рельефе поверхности коренных пород. Наиболее глубокие заливы и плесы озера являются плоским дном неотектонической впадины, к которому спускаются краевые тектонические ступени, представленные мелководными заливами и плесами, а также плоскими приподнятыми участками побережья. Длина участков дна впадины и тектонических ступеней составляет несколько километров, ширина наиболее крупных из них достигает километра, относительные превышения между соседними ступенями составляют 30–50 м.

Наиболее глубокие заливы имеют глубину 70–90 м, т. е. располагаются на абс. отм. от 15 до –5 м, на которых в палеодолине р. Кена вскрыты отложения днепровского горизонта среднего звена неоплейстоцена. Таким образом, выноса отложений с акватории озера в более позднее время не происходило, это время (конец нижнего – начало среднего звена неоплейстоцена) и является, по-видимому, временем заложения впадины. На дне некоторых впадин выявлены, ограниченные отвесными уступами, рвы шириной до 200 м и глубиной до 30 м [14], что указывает на современную неотектоническую активность. В силу этого возраст рельефа определен как нижнеоплейстоцен-голоценовый.

Структурно-денудационный рельеф

Равнина холмисто-грядовая (2) занимает небольшие по площади участки в верхнем течении рек Тюка и Кочма на абс. отм. от 140 до 180 м. Она представлена группой холмов неправильной формы и гряд северо-западного простирания с относительными превышениями 10–20 м. Поверхность холмов и гряд осложнена скалами-останцами и грядами коренных пород северо-западного простирания, совпадающего с простиранием пластов токшинско-кенозерской свиты, имеющими высоту 1–3 м, иногда до 8 м; межгрядовые понижения в большинстве случаев заболочены. Возвышенности и их микрорельеф сформированы в результате общей денудации региональной поверхности выравнивания, в ходе которой происходила и происходит препарировка более устойчивых коренных пород (преимущественно интрузивных тел). Период формирования последней региональной поверхности выравнивания Балтийского щита определяется как миоцен-нижнеплиоценовый [1], в силу чего возраст рельефа считается неоген-голоценовым.

Равнина пологонаклонная (куэстовая) (3) расположена на правобережье рек Токша и Вононга на абс. отм. от 120 до 200 м и представлена куэстовидными возвышенностями с относительными превышениями до 40 м, имеющими крутой юго-западный и пологий северо-восточный склоны. Юго-западные склоны возвышенности представляют собой структурно-денудационный уступ, являющийся одновременно северо-восточным бортом долин Токши и Вононги. Пологие склоны возвышенностей осложнены невысокими (первые метры) асимметричными грядами, сформированными на выходах более устойчивых прослоев метаморфических сланцев верхней подсвиты киричской свиты. Возвышенности и их микрорельеф сформированы в результате общей денудации региональной поверхности выравнивания, в ходе которой происходила и происходит препарировка более устойчивых к денудации пологонаклонных пластов коренных пород (известняков и песчаников). Период формирования последней региональной поверхности выравнивания Балтийского щита определяется как миоцен-нижнеплиоценовый [1], в силу чего возраст рельефа считается неоген-голоценовым.

Равнина плоская (4) занимает крупную платообразную возвышенность в восточной части площади (абс. отм. – 160–230 м, максимальные для рассматриваемой территории) и небольшую возвышенность в южной ее части (абс. отм. – 130–180 м). Микрорельеф этих участков представлен невысокими пологосклонными плосковершинными структурно-денудационными буграми (относительные превышения 1–5 м), террасовидными площадками на склонах возвышенностей и структурно-денудационными уступами. Образование возвышенности связано с препарировкой субгоризонтально залегающих известняков и доломитов карбона, происходящей со времени образования последней региональной поверхности выравнивания (миоцен – нижний плиоцен, согласно данным [1]) по настоящее время.

Эрозионно-аккумулятивный рельеф

Долина речная с комплексом пойменных и надпойменных террас (5) сформирована деятельностью рек Кена, Ундоша, Токша, Вононга, Кочма, Вешкома, Важа, Лопа и др. Долины широко распространены 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. Наиболее крупные реки (Кена, Ундоша, Токша) наследуют понижения в рельефе; они имеют на большей своей части преимущественно корытообразную форму, продольные их профили умеренно выработаны. По всей протяженности этих долин прослеживаются низкая и высокая поймы, ширина пойм достигает 600 м, а высота высокой поймы – 2 м. Отдельно следует отметить каньонообразный участок долины р. Ундоша ниже оз. Немшозеро протяженностью 10 км, который, вероятно, образовался в результате неотектонических блоковых движений. Долины рек низкого порядка имеют V-образный или каньонообразный профиль. Их продольный профиль слабо выработан, высокая пойма и надпойменные террасы слабо развиты и выражены фрагментарно, низкая пойма прерывистая. Характерной чертой речных долин в пределах северо-восточного склона являются многочисленные пороги, в т. ч. водопадного типа. Вдоль всей долины р. Кена и на отдельных участках долин Ундоши и Токши прослеживаются цокольные надпойменные террасы, высота первой террасы – до 6 м, второй – до 10 м. В голоцене происходила определенная перестройка речной сети, что хорошо заметно, в частности, в долинах рек Поча и Ундоша. Голоценовый возраст рельефа определяется возрастом конформных ему отложений.

Аккумулятивный рельеф

Сформировался под влиянием процессов четвертичного осадконакопления. Возраст аккумулятивных поверхностей может быть определен по времени формирования коррелятивных им четвертичных отложений ледникового, флювиогляциального, ледниково-озерного и биогенного происхождения.

Равнина моренная пологоволнистая и бугристо-западинная (6) довольно широко распространена по всей территории листа. Абс. отм. моренной равнины варьируют от 110 до 150 м. Равнина сформирована в результате ледниковой аккумуляции валдайского оледенения.

На участках, соответствующих зонам осцилляции края ледника, где мощность морены достигает нескольких десятков метров, распространен рельеф холмистых краевых моренных гряд. Участки конечно-моренного рельефа имеют площадь от первых до нескольких сотен квадратных километров, основная их часть протягивается полосой от оз. Кенозеро к северо-восточному углу листа, они соответствуют границе Кенозерской (вепсовской) стадии оледенения. Высота моренных гряд и холмов – 8–30 м, протяженность – от 20 до 200 м.

На участках, где моренная равнина имеет небольшую (первые метры) мощность, отмечаются 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. Они немногочисленны, но распространены повсеместно; возможно, малое их количество объясняется тем, что обширные участки моренной равнины впоследствии были перекрыты флювиогляциальными, ледниково-озерными или болотными отложениями.

Рассматриваемая территория испытывала воздействие нескольких оледенений (не менее пяти), причем каждое последующее оледенение уничтожало отложения и рельеф предыдущего. Широкое распространение в пределах территории имеют отложения лишь двух последних оледенений – подпорожского и осташковского, в силу чего возраст рельефа определен как верхнелепестовый.

Равнина флювиогляциальная пологоволнистая и долинные зандры (7) занимают незначительные участки в долинах рек Ундоша и Токша на абс. отм. 90–160 м. Помимо этого, небольшие (внемасштабные) участки и отдельные формы флювиогляциального рельефа отмечены по всей площади листа в широком диапазоне абсолютных отметок. Рельеф сформирован отложениями потоков талых ледниковых вод. Основными площадными формами флювиогляциального рельефа территории являются зандровая равнина, долинные зандры и флювиогляциальная дельта. Зандры представлены пологонаклонной равниной с пологоволнистым (относительные превышения – 0,5–2,0 м) микрорельефом. Долинные зандры представляют собой вытянутые вдоль бортов долин высокие террасообразные ступени с параллельно-грядовым микрорельефом. Дельта, отмеченная к востоку от оз. Токшозеро, в плане расширяется к югу. Она несколько

приподнята над окружающим рельефом и осложнена веерообразно расположенными грядами и холмами высотой до 20–25 м.

Помимо площадных форм, на территории листа Р-37-ХV широко распространены линейные флювиогляциальные формы – озы, имеющие длину до 10 км, ширину до 500 м и высоту до 30 м. Основная часть озов приурочена к долинам Токши и Ундоши, здесь они формируют крупную веерообразную систему, раскрывающуюся на север. В отдельных случаях озовые гряды отмечены в пределах ледниково-озерных равнин, это, по-видимому, связано с последующим облеканием оза-острова осадками ледникового водоема.

Равнина ледниково-озерная плоская и пологоволнистая (8) распространена в центральной части территории, преимущественно в долинах рек Токша и Ундоша на абс. отм. 80–120 м. Данный тип рельефа сформирован в результате аккумуляции в приледниковых и наледниковых водоемах. Ледниково-озерные равнины характеризуются субгоризонтальными и пологонаклонными поверхностями с плоским или пологоволнистым микрорельефом. На некоторых участках ледниково-озерных равнин распространен камовый (холмисто-западинный) микрорельеф. Высота камовых холмов достигает 30 м, а их поперечник – 70–150 м. Кроме того, на некоторых участках в нижнем течении р. Ундоша ледниково-озерный микрорельеф представлен грядами высотой 1–5 м и длиной несколько сотен метров, которые имеют значительное сходство с озами, но сложены хорошо сортированными тонкозернистыми безгравийными песками (возможно, это ледниково-озерные береговые валы).

Равнины болотные плоские и слабовыпуклые (9) широко распространены в северной и центральной частях листа Р-37-ХV во всем диапазоне его высотных отметок. В южной части листа, к югу от оз. Кенозеро и на правом берегу р. Кена болотные равнины развиты слабо. Данный тип рельефа сформирован в результате торфонакопления в современных болотах верхового и переходного типов. 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 моделирующую роль в формировании современного рельефа. Голоценовый возраст рельефа определяется возрастом конформных ему отложений.

Помимо вышеперечисленных типов рельефа, в пределах рассматриваемой территории присутствуют и формы рельефа иного генезиса, показанные на геоморфологической схеме соответствующими знаками.

Абразионные уступы, а также незначительные по площади террасы и пляжи выделяются по побережьям современных озер, наиболее значительные участки расположены по берегам озер Кенозеро и Свиное. Высота абразионных уступов составляет 1–3 м.

В юго-восточной части площади, в области распространения карбонатных пород карбона широкое развитие получили карстовые воронки и суходолы. Воронки имеют глубину от 0,5 до (редко) 6 м и диаметр – от 2 до 20 м. В большинстве случаев карстовые воронки группируются в поля северо-восточного простирания, что позволяет предположить контроль карстовых процессов трещинно-разрывной сетью. Сухие карстовые долины (суходолы) длиной до 150 м, шириной до 20 м и глубиной до 5–6 м отмечены на правом берегу р. Кена.

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 была заложена палеодолина р. Кена. Для раннего неоплейстоцена характерна обстановка слабого неотектонического поднятия, способствовавшего постепенному заполнению древней долины р. Кена аллювиальными и озерными отложениями. В конце раннего неоплейстоцена территория испытала воздействие окского оледенения.

На рубеже раннего–среднего неоплейстоцена произошла резкая активизация неотектонических движений; в это время, вероятно, произошло заложение Кенозерской неотектонической впадины и начался интенсивный врез палео-Ундоши, сформировавший ее палеодолину. Из оледенений среднего плейстоцена последнее (московское) было, по-видимому, наиболее

мощным, в силу чего не были полностью денудированы в последующее время и сохранились на значительной части листа.

В начале верхнего неоплейстоцена продолжались достаточно интенсивные блоковые движения в Кенозерской впадине, сопровождавшиеся трансгрессией во впадину микулинского моря через долину р. Кена. Здесь образовался узкий вытянутый залив северо-восточного простирания, достаточно быстро потерявший связь с морем и развивавшийся как пресноводный водоем.

Подпорожское и осташковское оледенения верхнего неоплейстоцена окончательно сформировали облик современного рельефа, при этом основная роль принадлежала ледниковой экзарации и аккумуляции, а флювиогляциальные и ледниково-озерные процессы играли вспомогательную роль. В периоды межледниковий происходило, вероятно, эрозионное расчленение территории; впоследствии ледниковая экзарация сглаживала мелкие эрозионные формы и расширяла наиболее крупные долины, превращая их в обширные денудационные понижения, становившиеся областями аккумуляции.

В голоцене продолжается слабое общее неотектоническое поднятие территории, сопровождающееся, возможно, достаточно интенсивными подвижками в зонах активизированных разломов. Современный рельеф подвергается воздействию биогенных, флювиальных, озерных и, в юго-восточной части, карстовых процессов, однако их общее влияние можно считать достаточно слабым.

Новейшие и современные эндогенные процессы

Неотектоническое строение площади изучено весьма слабо. Несмотря на то, что площадь находится в потенциально активной зоне сочленения Балтийского щита и Русской плиты, здесь расположена неотектоническая Кенозерская впадина; согласно последним региональным построениям, амплитуда вертикальных неотектонических движений составляет всего 50–100 м [17]. Эти данные вызывают определенные сомнения, поскольку перепад высот от бровки береговых обрывов Кенозера до его коренного ложа может достигать, с учетом некоторых данных [14], 150–200 м. Современные вертикальные движения территории отрицательные – от 0,5–1,0 до 5–7 мм/год (по разным источникам [29]). Землетрясения на территории листа и на сопредельных территориях не фиксировались.

В северо-западной части площади (верхнее течение р. Токша) были выявлены признаки новейшей эндогенной активности: в расчистке дорожного полотна вскрыт субмеридиональный линейный выход гравийных песков (флювиогляциал осташковского горизонта) мощностью до 3 м, ожелезненных и уплотненных до степени слабосцементированных песчаников [82]. Возможно, это результат новейшей миграции флюидов по трещинам и разрывам, распространившимся в толще четвертичных отложений. Другим признаком неотектонической активности является изобилующий порогами и врезанный в коренные породы 10-километровый каньон р. Ундоша в среднем ее течении, притом что выше и ниже него крупная современная долина вложена в толщу рыхлых четвертичных отложений.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Полезные ископаемые на территории листа Р-37-ХV связаны с позднеархейскими и раннепротерозойскими метаморфизованными вулканогенно-осадочными и плутоническими образованиями, каменноугольными осадочными породами, 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 месторождения, 34 проявления, 10 пунктов минерализации, два литогеохимических аномалии золота в рыхлых отложениях и одна литогеохимическая аномалия золота в коренных породах, а на КЧО – 15 месторождений.

Краткая характеристика месторождений, проявлений и пунктов минерализации, а также перечисленных выше аномалий дана в прил. 2. Описание скважин приведено в прил. 6. В тексте приведены описания наиболее типичных месторождений, проявлений и пунктов минерализации для каждого вида полезных ископаемых.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Торф. Болота занимают значительную часть территории листа, в его пределах насчитывается 13 месторождений торфяного сырья: Подвершинкино (Ш-2-1), Подрубежный мох (Ш-4-2), у Пилогинской фермы (Ш-4-3), Большое (Ш-2-2), Шадринское (IV-2-1), Болото Шагово (IV-3-1), Самково (IV-3-2), Коровинское (IV-3-3), Смена (№ 1078) (IV-4-3), Измайловское (IV-4-4), Корякино (IV-4-5), Кузьминское (IV-4-6), Гривы (IV-4-7) с запасами по категории С₂ – 9789 тыс. т.

Средняя мощность торфяной залежи на этих месторождениях составляет 1,5 м при максимальной 2,2 м и мощности вскрыши от 0 до 1 м. Тип залежи преимущественно низового типа. Торф бурый, темно-бурый до черного, разной степени разложения. Состав торфа преимущественно сфагновый, осоково-сфагновый. Торфяники, как правило, сильно обводнены.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Железо, титан. Титаномагнетитовая минерализация выявлена в единичных скважинах при проведении поисковых работ на медно-никелевое оруденение и приурочена к массивам основных пород Токшинской и Кипозерской ветвей Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса (починско-кенозерского субвулканического комплекса). Содержание титаномагнетита варьирует от первых до 10–15 % в лейкократовых разностях габброидов и от 15–20 до 30–40 % в габбро-пироксенитах. Отмечается убогая вкрапленность пирита, реже халькопирита. Содержание окиси и закиси железа достигает 15–20 %, двуокиси титана – 3–4 %.

Всего в пределах площади листа выявлено пять рудопроявлений титаномагнетитового формационного типа: Кочмозерское (II-1-2), Западное (II-1-5), Пескозерское (II-2-6), Разломное (II-1-7), Кличпозерское (II-2-3).

Проявление Кочмозерское (II-1-2) генетически связано с интрузиями толеитовой серии позднеархейской габбро-перидотитовой формации, залегающей согласно с вмещающими их лопийскими осадочно-вулканогенными толщами. Титаномагнетитовая минерализация приурочена к основным дифференциатам, причем максимальные ее концентрации фиксируются в придонных пластовых телах габбро, в переходной зоне от габбро к пироксенитам. В лейкократовых разностях габброидов содержание титаномагнетита колеблется от нескольких до 10–15 %, в меланократовых габбро и габбро-пироксенитах количество рудных минералов иногда достигает 30–40 %, чаще колеблется в пределах 7–28 %. Рудная минерализация относится к вкрапленному типу с сидеритовой структурой. Размер вкрапленников от долей до 10 мм и более, чаще 2–5 мм. Характерны решетчатые структуры распада твердого раствора. Ильменит в этих структурах почти нацело замещается титанитом с последующим развитием лейкоксена (по титаниту). Отмечается убогая вкрапленность сульфидов (пирит, реже халькопирит). Вмещающие породы эпидотизированы, альбитизированы, хлоритизированы. По данным химического анализа, суммарные содержания окиси и закиси железа в отмеченных рудопроявлениях колеблются в пределах 15,5–20,8 %, двуокиси титанита – 3,1–4,1 % [67].

Рудопроявления *Западное (II-1-5), Пескозерское (II-2-6), Разломное (II-1-7), Кличпозерское (II-2-3)* во многом схожи с проявлением Кочмозерское: генетически и пространственно связаны с интрузиями единой магматической серии и состава.

Хром. На территории листа известен один пункт минерализации хромовых руд *007-1 (II-3-2)*, выявленный в ходе проведения работ по ГДП-200 [82], который по условиям образования и локализации отнесен к хромитовой рудной формации. Хромовое оруденение связано с массивом ультраосновного состава перидотит-пироксенит-габбрового комплекса Ветреного пояса, где по результатам литохимической пробы, отобранной из перидотитов, было установлено повышенное содержание хрома до 11 400 г/т [82].

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Медь. На территории листа выявлено одно проявление меди, по комплексу факторов отнесенное к медноколчеданной рудной формации, характерной для Кипозерской ветви Сумозерско-Кенозерского ЗКП.

Проявление Габозерское (II-2-5) расположено в 4 км к северо-востоку от оз. Токшозеро. Рудная зона представлена убогой гнездово-вкрапленной и вкрапленной халькопирит-пиритовой минерализацией, прослеженной в скважинах: 32 – в инт. 67,5–86,0 м; 33 – в инт. 107,6–132,5 м [67], и сопровождается интенсивно проявленной эпидотизацией. Содержание меди в рудном интервале колеблется от 0,05 до 1 %. Содержание сопутствующего кобальта в рудной зоне колеблется от 0,011 до 0,018 %.

Цинк. В пределах листа выявлено одно проявление свинцово-цинковых руд, приуроченное к Токшинской подзоне Сумозерско-Кенозерского ЗКП.

Проявление Токшинское (II-1-6) расположено в среднем течении р. Кочма. По результатам буровых работ и данных геофизических исследований, была выявлена рудная зона, состоящая из четырех рудных тел. Рудная зона прослежена на 4,5 км при мощности 400 м. Породы, вмещающие оруденение, представлены металевролитами, метааргиллитами, с прослоями кварцито-песчаников. Оруденение имеет тонковкрапленный и гнездово-прожилковый характер [67]. Рудная минерализация представлена пиритом, сфалеритом, халькопиритом и редким галени-том. Содержание цинка колеблется в пределах сотых долей процента, а на отдельных участках содержание достигает первых десятых долей процента при максимальном содержании – 2,95 %. Все керновые пробы анализировались на золото золотоспектральным методом. В большинстве проб содержание золота ниже 0,01 г/т, в отдельных пробах содержания достигают 0,07 г/т. Содержание свинца, по данным химического анализа, обозначается «следами», содержание меди составляет первые сотые процента, в отдельных пробах достигает 0,2–0,3 %.

Никель. В пределах площади листа выявлено четыре рудопроявления и два пункта минерализации никеля с сопутствующей медной минерализацией. По условиям образования и локализации данные объекты были отнесены к образованиям медно-никелевой сульфидной формации. Оруденение данного типа приурочено к интрузивным образованиям основного и ультраосновного составов, развитым в пределах Сумозерско-Кенозерского ЗКП.

Проявление Островичное (II-1-9) приурочено к ультрамафитовым субинтрузивным образованиям, залегающим в породах саамско-лопийского комплекса. Оруденение вскрыто скв. 207 [67] в инт. 31–50 м в висячем эндоконтакте интрузивного тела с амфиболитами волоцкой толщи. Рудная минерализация представлена пирротином, пиритом и редким пентландитом в количестве 1–5 %. По данным химического анализа штучных проб, содержание никеля составляет 0,4 %, серы – 0,45 %.

Описывая медно-никелевое оруденение, развитое в пределах площади листа, отдельное внимание стоит уделить рудопроявлениям, приуроченным к двум массивам каменноозерского комплекса, расположенным в 5 км к западу от оз. Почозеро [67]. Данные рудопроявления (Волошовское-I (III-1-4), Волошовское-II (III-1-6), Волошовское-III (III-1-9)) прослежены по простиранию на 4,5 км и довольно подробно изучены по данным бурения до глубины 334 м.

Рудопроявление Волошовское-I (III-1-4) выявлено в пределах северного массива четырьмя скважинами, в которых вскрыта сульфидно-магнетитовая минерализация в тальк-хлорит-карбонатных метасоматитах (лиственитах). Прожилковое и прожилково-вкрапленное оруденение представлено магнетитом, пирротином, халькопиритом, пентландитом, виоларитом и бравоитом. Содержание рудных минералов от 5 % во вкрапленных убогих рудах до 90 % в прожилковых рудах. Содержание никеля колеблется от 0,13 до 2,16 %. Содержание меди – от сотых долей до 0,63 %. Северный массив изучен слабо, рудные зоны по простиранию не прослежены. Прогнозные ресурсы, подсчитанные по категории P_2 до глубины 200 м по Северному массиву, составляют около 60 тыс. т никеля [76].

Рудопроявление Волошовское-II (III-1-6) выявлено в пределах южной части северного массива, тремя скважинами вскрыта зона с убогой сингенетичной вкрапленностью сульфидов, скв. 65г [76] прослежена ослабленная тектоническая зона с сульфидно-магнетитовой минерализацией. Среднее содержание никеля в этих зонах колеблется от 0,22 до 0,38 %. Максимальное содержание никеля – 1,2 %, меди – 1,33 %.

Рудопроявление Волошовское-III (III-1-9) приурочено к наиболее изученному южному массиву Волошовской группы интрузий. Оруденение связано с ослабленной тектонической зоной и представлено вкрапленной и гнездово-вкрапленной минерализацией, средняя мощность рудных зон составляет от 3,4 до 13,6 м, протяженность – от 400 до 1600 м, прослежены по падению до 180 м. Рудные минералы представлены магнетитом, пиритом, пирротином, халькопиритом, пентландитом. Среднее содержание никеля в зонах – 0,2–0,6 % при максимальном – 2,16 %. Содержание меди колеблется в пределах 0,05–14,2 %.

Руды Волошовской группы проявлений характеризуются повышенным содержанием благородных металлов. По данным пробирного анализа, содержание золота в сульфидных рудах составляет 1,2 г/т (среднее 0,2 г/т), платины – 0,4 г/т (среднее 0,17 г/т), палладия – 1,4 г/т (среднее 0,32 г/т).

По результатам оценки прогнозных ресурсов на 1.01.1998 г. группа Волошовских рудопроявлений МПР России были учтены прогнозные ресурсы никеля категорий $P_3 + P_2$ в объеме 700 тыс. т. По состоянию на 1.01.2003 г. прогнозные ресурсы сняты с учета.

Пункт минерализации Педручейское (IV-1-3) расположено юго-восточнее оз. Педозеро. Рудная минерализация была выявлена в скв. 9 [86] и приурочена к зонам трещиноватости в метагаббро в виде тонких прожилков, пленок по трещинам и убогой вкрапленности в основной массе породы. Широко развиты кварцевые и кварц-карбонатные прожилки. Суммарное содержание сульфидов достигает нескольких процентов. Состав рудной ассоциации минералов: пирит, пирротин, редкий пентландит и халькопирит. Содержание никеля – до 0,3 %, меди и кобальта – до 0,09 %. Практического интереса рудопроявление не представляет.

Пункт минерализации Кенозерское (IV-1-6) связано с дифференцированным интрузивным телом габбро-перидотитового состава. Рудная минерализация убогая, приурочена к зонам метасоматической проработки, развита в эндоконтактной зоне восточной части интрузии. Локализуется в трещинах и прожилках в виде примазок и мелкой вкрапленности. Представлена пиритом, пирротином, хизлевудитом, миллеритом. Низкая концентрация рудных минералов связана низкой степенью гидротермально-метасоматической переработки интрузивного тела.

Алюминий. На территории листа проявления бокситов связаны с отложениями визейского яруса нижнего карбона, развитого в пределах Северо-Онежского бокситового района.

Месторождение Треугольное (II-3-3) расположено на западной оконечности Североонежского бокситового района в районе оз. Бол. Треугольное. По запасам, качеству сырья относится к разряду мелких непромышленных. Месторождение выявлено в 1962–1966 гг. [61]. В 1970–1978 гг. на нем проведены поисково-оценочные работы [91].

Рудное тело имеет линзообразную форму и залегает на глубине 70–77 м. Перекрыто толщей пород нижнего и среднего карбона мощностью 30–50 м и четвертичными образованиями. Линза вытянута в меридиональном направлении на 19 км при ширине 0,8 км, мощность меняется от 1,2 до 7,0 м и в среднем составляет 2,6 м. Бокситы преимущественно плитчатые, реже землястые, косо- и горизонтально-слоистые. По минеральному составу относятся к бемит-гипсцит-каолининовым, по химизму – высококремнистым низкомодульным. Содержание глинозема в них колеблется от 39,4 до 54,4 %, кремнезема – от 12,0 до 21,5 %, окиси железа – от 3,1 до 24,0 %.

Запасы по категории С₂ составляют 5 млн т. Промышленного значения месторождение не имеет [64].

Пункт минерализации С-8 (III-4-1) выявлен в ходе опробования керн скв. 37, пробуренной при проведении работ ГДП-200 [82]. Подсечен трехметровый горизонт бокситоносных пород в инт. 121,0–124,0 м.

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Золото. В пределах площади листа выявлено 12 рудопроявлений, три площадных геохимических ореола и две единичные литогеохимические пробы с повышенными значениями золота.

Проявление Надвиговое (II-1-3) расположено в верховьях р. Кочма, в 2 км к юго-востоку от оз. Островичное. Оруденение приурочено к кенозерской толще и локализовано в рассланцованных породах основного состава, в которых проявлены процессы эпидотизации, альбитизации, серицитизации. Прожилковая минерализация преимущественно кварцевого и карбонатного составов в количестве от 1 до 40 %, с сульфидной вкрапленностью. По результатам золото-спектрального анализа повышенные содержания отмечены в инт. 35–39 и 48–53 м и достигают 0,7 г/т. Предположительно, минерализованная зона мощностью до 45 м имеет пологое падение на восток [67].

Проявление Выдрино (II-1-8) расположено в 4,8 км к северо-западу от оз. Токшозеро. Породы с повышенным содержанием золота представлены апокоматиитовыми сланцами и сланцами основного состава, по которым развита хлоритизация, пиритизация, присутствуют карбонат-кварцевые прожилки и гнезда. Апокоматиитовые сланцы сильно оталькованы. По результатам золото-спектрального анализа, содержание золота в сланцах основного состава достигает 0,5 г/т в интервалах 93–103 и 146–151 м. В апокоматиитовых сланцах содержание золота – до 0,3 г/т в инт. 27–31 м [67].

Проявление Высота 122,7 (II-1-10) расположено в 5 км юго-восточнее оз. Островичное. Оруденение приурочено к дайке кварцсодержащего метагаббро мощностью около 6 м, с углами падения 70–80°, залегающей среди амфиболитов саамско-лопийского возраста. В инт. 48,5–59,2 м отмечено максимальное содержание золота – 0,7 г/т. Проявление по простиранию не прослежено [67].

Проявление Северное (II-2-2) вскрыто скважиной, находящейся в 4,5 км на северо-западе от оз. Кипозеро. Расположено в зоне продольного южного глубинного разлома; вмещающие породы относятся к кенозерской толще. Скважиной вскрыты: инт. 30–98 м – магнезиальные сланцы, видимо, по коматиитовым базальтам, туфам коматиитовых базальтов; инт. 98–127 м – метатуфоалевролиты, метатуфопесчаники. Зоны изменения характеризуются интенсивными процессами оталькования, карбонатизации (прожилки и бластез), хлоритизации. В инт. 112–117 м – брекчия, залеченная серицит-карбонат-кварцевым агрегатом. Повышенные содержания золота выявлены в инт. 112–116 м, средняя концентрация золота – 135 мг/т, максимальные концентрации – до 0,2 г/т на мощность 2 м [67].

Проявление Кипозерское (II-2-4) расположено в 5 км к северо-западу от оз. Кипозеро. Оруденение локализовано в метаморфизованных терригенных образованиях лопийского возраста и приурочено к тектонически ослабленной зоне. В рудной зоне проявлены процессы карбонатизации, мусковитизации, окварцевания, присутствует убогая пиритизация. Мощность пачки

измененных пород – около 20 м. Обнаружены знаки самородного золота путем термохимического обогащения проб. Повышенные содержания золота отмечены в инт. 63–68 м – до 0,3 г/т и в инт. 75–78,9 – до 0,1 г/т. По простиранию рудная зона не прослежена [67].

Проявление Вешкозерское (III-1-3) расположено на юго-восточном берегу оз. Вешкозеро. Оруденение контролируется зоной Волошовского разлома и приурочено к пачке измененных метапесчаников починской толщи, в которых развита сульфидная вкрапленность и карбонат-кварцевое прожилкование. Максимальное содержание золота, по результатам золото-спектрометрического анализа, отмечено в инт. 57–58 м и составляет 2 г/т [67].

Проявление Нижне-Волошовское (III-1-7), вскрытое скв. 351 [64], локализовано на юго-востоке северного массива каменноозерского комплекса. В инт. 41–80 м отмечается зона метасоматической проработки пород. По данным золото-спектрального анализа, максимальные концентрации золота достигают 4 г/т в инт. 60–62,2 м и приурочены к экзоконтакту интрузии. Пространственно рудная зона не прослежена [67].

Проявление Юго-западное (III-1-10) расположено в 2,3 км юго-западнее оз. Луполово. Оруденение приурочено к зоне дробления базальтов, в которых развито кварцевое прожилкование и убогая сульфидизация. По результатам золото-спектрального анализа, в инт. 115–122 м содержание золота варьирует от 0,015 до 0,5 г/т [67].

Проявление Высота 176,8 (III-1-11) расположено в 1,5 км южнее оз. Луполово. Оруденение приурочено к зоне дробления хлоритизированных базальтов с редкими кварцевыми прожилками. Повышенное содержание золота, по результатам золото-спектрального анализа, отмечено в инт. 80–92 м и составляет 0,3 г/т [67].

Проявление Мошкозерское (IV-1-1) расположено в 2 км северо-западнее оз. Мошкозеро. Приурочено к интенсивно измененным базальтам кенозерской толщи. Рудная минерализация связана с зоной дробления, залеченной кварцевыми и кварц-карбонатными прожилками. Проявлена интенсивная карбонатизация, окварцевание, серицитизация, наблюдается убогая сульфидная вкрапленность. По результатам золото-спектрального анализа, отмечено повышенное содержание золота в инт. 72,6–89,0 м – до 3 г/т. Рудная зона по простиранию не прослежена [67].

Проявление Горня (IV-1-2) расположено в 0,3 км северо-западнее оз. Горня. Приурочено к интенсивно измененным базальтам кенозерской толщи. Рудная минерализация связана с зоной дробления, по которой развиты кварцевые, кварц-карбонатные и эпидотовые прожилки. Проявлена убогая сульфидная вкрапленность. Обнаружены знаки самородного золота путем термохимического обогащения проб. По результатам золото-спектрального анализа, отмечено повышенное содержание золота в скв. 38б [61] в инт. 66,6–76,6 м – до 0,5 г/т, при этом фоновое содержание золота в данном интервале 400 мг/т. Рудная зона по простиранию не прослежена [67].

Проявление Игнатозерское (IV-1-4) расположено в 1,9 км севернее оз. Игнатозеро, в 0,6 км юго-восточнее оз. Педозеро. Рудная минерализация отмечена в трех скважинах и приурочена к базальтам и среднекислым вулканитам лопийского комплекса, по которым развиты прожилки кварцевого, кварц-карбонатного и эпидот-кварцевого составов. Обнаружены знаки самородного золота путем термохимического обогащения проб. Проявлена убогая сульфидизация, серицитизация и эпидотизация. По результатам золото-спектрального анализа, в скважинах отмечено повышенное содержание золота – до 0,5 г/т на 10 м и до 0,1 г/т на 15 м. Рудная зона по простиранию не прослежена [67].

Проявление Шапмозеро (IV-1-5) расположено в 2 км севернее оз. Шапмозеро. Приурочено к амфиболитам лопийского комплекса, по которым широко развиты прожилки микролин-кварцевого состава. Проявлена мусковитизация и сульфидизация – до 3 %. По результатам золото-спектрального анализа, отмечено повышенное содержание золота в инт. 95,2–100 м – до 0,2 г/т [67].

Помимо этого, в пределах площади листа отобраны две литохимические пробы в коренных породах с повышенными содержаниями и выделены три площадных геохимических ореола.

Ершов 1 (I-3-1) – литохимическая проба золота в коренных породах с содержанием 0,1 г/т, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса.

Ершов 2 (I-3-2) – литохимическая проба золота в коренных породах с содержанием 0,15 г/т, отобранная из ультрабазитов комплекса Ветреного пояса.

Ершов 3 (II-2-1) – литохимический ореол золота. Ореол (7 × 3 км), выявлен по результатам донного опробования современных осадков.

Ершов 4 (II-3-1) – литохимический ореол золота. Ореол (8 × 3 км), выявлен по результатам донного опробования современных осадков.

Ершов 5 (III-1-1) – литохимический ореол золота. Ореол (4 × 2 км), выявлен по результатам опробования коренных образований, образований кенозерской толщи и вмещающих гранитоидов водлинского комплекса. [51].

Серебро. Пункты минерализации серебра приурочены к Токшинской и Кипозерской ветвям Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса.

Пункт минерализации Кочминское (II-1-4) выявлено по результатам бурения и расположено в 3,3 км юго-восточнее оз. Островичное. Повышенные концентрации серебра приурочены к зоне окварцевания, хлоритизации, пиритизации, отмеченной в инт. 59,4–65,8 м. Содержание серебра, по данным химического анализа, составляет 0,94–1,06 г/т.

Пункт минерализации Нижнекочминское (II-1-11) выявлено по результатам бурения в скважине, расположенной в 3,3 км северо-западнее от оз. Токшозеро. Повышенные концентрации серебра и кобальта приурочены к зоне дробления, эпидотизации, карбонатизации и сульфидизации в инт. 98,2–99,6 м. Сульфидная минерализация, представленная преимущественно пиритом, убогая вкрапленная, с единичным прожилком мощностью более 4 см. Содержание серебра в прожилке составляет 10,1 г/т, содержание кобальта не превышает 0,2 %.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Сера. *Проявление Нюхчозерское* (III-1-2) вскрыто скв. 8235к [92], находящейся в 1,2 км к западу от оз. Бол. Нюхчозеро. Приурочено к пачке метаморфизованных осадочных пород (песчаники, алевролиты) кенозерской толщи в зоне Волошовского глубинного разлома. Оруденение приурочено к горизонтам графитисто-хлорит-кремнистого состава. Характерны пloyчатые текстуры, брекчирование. Колчеданная минерализация отмечена в интервалах 106,5–109,3; 124,4–124,65; 128,8–129,2; 140,2–140,65; 201,4–201,75 м. Представлена пиритом, пирротинном. Содержание серы – от 27,1 до 31,96 %. Тип оруденения прожилковый и вкрапленно-прожилковый.

Проявление Сирдомох (III-1-5) вскрыто скважиной, находящейся в 3,6 км к север-северо-востоку от оз. Луполово. Оруденение приурочено к зонам дробления базальтов, андезитобазальтов и андезитов кенозерской толщи в интервалах 33,4–36,4, 112–113, 122–132 м. Рудная минерализация представлена пиритом с редким пирротинном, еще более редким халькопиритом. Тип прожилково- и гнездово-вкрапленный. Содержание сульфидов – от 1 до 15 %.

Проявление Емельяниха (III-1-8) вскрыто скв. 82г [76], находящейся в 3 км северо-восточнее оз. Луполово. Расположено в зоне Волошовского глубинного разлома, вблизи юго-восточного контакта Южного массива Волошовской группы интрузий. Приурочено к горизонтам графитизированных пород осадочного происхождения среди андезибазальтов и андезитов кенозерской толщи. Наиболее мощные оруденелые горизонты в интервалах 60,2–64,3, 179,2–180,9, 186–202,4 м. Породы брекчированы, милонитизированы, часто полосчатой текстуры. Рудная минерализация представлена пиритом и пирротинном. Количество сульфидов – 2–25 %. Тип оруденения вкрапленно-прожилковый.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Асбест. Минерализация хризотил-асбеста отмечена в скважинах и приурочена к телам починско-кенозерского субвулканического комплекса Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса. В пределах площади листа локализовано два пункта минерализации асбеста.

Пункт минерализации 127э (II-1-1) хризотил-асбеста отмечены в скв. 127э [56]. Асбестовые прожилки и тонкие глины приурочены и отмечены в гипербазитах в интервалах 81,7–83 и 179–181 м. В жилах мощностью до 30 см асбест продольно-волокнистый, в прожилках (мощность 1–3 см) – поперечно-волокнистый. Хризотил-асбест хорошо распушенный, длина волокон – 1–10 см, набухаемость – 9,42–9,43, кислоторастворимость – 85,5–87,5.

Пункт минерализации 054 (II-1-12) приурочен к гипербазитам в интервалах 169,6–169,8 и 174,5–175 м. Минерализация в обоих интервалах представлена единичными прожилками мощностью около 5 см, ориентированных под острым углом к оси зерна. Асбест средней разрушаемости. Длина волокон – до 5 см.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Карбонатные породы

Известняк. Флюсовые известняки мячковского и подольского горизонтов, расположенных в юго-восточной части листа, представляют интерес для производства цемента и металлургической промышленности. Известняки характеризуются высоким содержанием CaO и низким SiO₂ и MgO.

Перспективная площадь Большая Сондола (IV-4-1) расположена в нижнем течении р. Бол. Сондола. Мощность известняков подольского горизонта, обнажающихся в береговых обрывах, достигает 3–5 м, мощность ледниковых отложений не превышает 0,5–1 м. Выходы известняков прослежены от д. Андреевская вверх по течению реки на 3 км.

Перспективная площадь Чурьегга (IV-4-2) расположена в 2 км к юго-востоку от д. Бобровская. В береговом обрыве р. Чурьегга обнажаются белые, светло-серые плотные мелкозернистые известняки. Прослежены в южном направлении на 400 м. Видимая мощность известняков изменяется от 3 до 7 м. По данным химического анализа четырех штучных проб, известняки имеют следующий состав: SiO₂ – 0,49 %, Al₂O₃ – 0,14 %, Fe₂O₃ – 0,22 %, CaO – 53,44 %, MgO – 0,63 %.

Обломочные породы

Песчано-гравийный материал (ПГМ). На площади работ установлено три месторождения песчано-гравийного материала: Торосозерское, Карминское и Приозерное.

Месторождение Приозерное (I-4-1) представлено озовой грядой, простирающейся в широтном направлении. Протяженность – 16 км, ширина – 50–300 м, высота – 3–8 м. Площадь оза в целом 1,6 км². Оз сложен неравномерно зернистым, с преобладанием крупнозернистого песка коричневого цвета, полевошпатового состава, с содержанием 10–20 % гравия и гальки размером до 2 см. Ориентировочные запасы – 7,5 млн м³ (запасы не утверждались).

Месторождение Торосозерское (II-2-7) представлено озовой грядой с протяженностью около 20 км при ширине 100–200 м. Сложен песком коричневого цвета, неравномерно мелкозернистым, с преобладанием крупнозернистого плохоокатанного, кварц-полевошпатового состава с содержанием 20–25 % гравия и гальки, гранитов, кварца, известняков и др. Содержание карбонатной гальки достигает 40–50 %. Площадь участка составляет 2,5 км². Ориентировочные запасы – 5 млн м³ (запасы не утверждались).

Месторождение Карминское (II-2-8) представлено озовой грядой протяженностью 1,7–2,0 км, шириной 300–600 м и высотой 25–30 м. Оз сложен песками коричневого цвета, грубозернистыми, с редкими (до 5 %) включениями гравия, реже гальки кварца, гранитов, известняков, зеленокаменных пород размером до 1 см. Площадь участка около 0,8 км². Ориентировочные запасы 8–10 млн м³ (запасы не утверждались).

ПРОЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Глины палыгорскитовые. На территории района известно одно месторождение и пять проявлений палыгорскитовых глин, являющихся сырьем для изготовления глинопорошков, используемых в буровых растворах, а также пригодных в качестве сорбентов в различных отраслях народного хозяйства [64].

Месторождение Кармозерское (III-3-1) расположено в 1–1,5 км от оз. Кармозеро на площади 4 × 7 км. Выявлено в 1980 г. при поисковых работах [92], после чего изучалось до 1994 г. Месторождение разбурено по сети 800 × 800 м, общее количество скважин – 35 шт., площадь залежи – 27,1 км².

Полезная толща представлена серовато-зелеными глинами преимущественно палыгорскитового состава с примесью гидрослюда, кальцита, доломита и с корочками вторичного палы-

горскита по трещинам. Залегает в основании каширского горизонта среднего карбона на глубине от 11 до 46 м. Вскрышные породы сложены известняком каширского и протвинского горизонтов мощностью до 5–10 м и четвертичными образованиями мощностью 15–30 м. Средняя мощность глин – 4,2 м. Запасы категории P_1 составляют 194 млн т.

На проявлениях палыгорскитовых глин облик полезной толщи, ее положение в разрезе аналогичны описанным в Кармозерском месторождении.

Проявление Сандольское (II-3-4) расположено в 8 км восточнее оз. Кармозеро. Полезная толща вскрыта четырьмя поисково-оценочными скважинами в интервале глубин 52,8–61,0 м, ее мощность варьирует от 1,0 до 3,0 м (при средней 1,5 м). Ресурсы посчитаны на площади 4,0 км² с учетом понижающего коэффициента 0,5 по категории P_2 и составляют 5,1 млн т.

Проявление Гуменное (II-4-1) расположено в 5 км юго-восточнее оз. Бол. Шипичное. Полезная толща вскрыта тремя поисково-оценочными скважинами в интервале глубин 57,7–65,0 м, ее мощность варьирует от 1,7 до 2,5 м (при средней 2,1 м). Ресурсы посчитаны на площади 3,25 км² с учетом понижающего коэффициента 0,5 по категории P_2 и составляют 5,8 млн т.

Проявление Островичное (II-4-2) расположено в 1 км юго-восточнее оз. Бол. Кривое и в 1 км северо-восточнее оз. Островичное. Полезная толща вскрыта одной поисково-оценочной скважиной на глубине 57 м, ее мощность составляет 1,5 м. Ресурсы посчитаны на площади 0,9 км² с учетом понижающего коэффициента 0,5 по категории P_2 и составляют 1,1 млн т.

Проявление Сарозерское (III-3-2) расположено в 1 км юго-западнее оз. Сарозеро и в 6 км севернее пос. Октябрьский. Полезная толща вскрыта шестью поисково-оценочными скважинами в интервале глубин 48,5–81,0 м, ее мощность варьирует от 1,0 до 6,0 м (при средней 3,6 м). Ресурсы посчитаны на площади 57,0 км² с учетом понижающего коэффициента 0,5 по категории P_2 и составляют 174,4 млн т.

Проявление Октябрьское (III-3-3) расположено в 2 км южнее пос. Октябрьский и в 8 км северо-западнее д. Самково. Полезная толща вскрыта двумя поисково-оценочными скважинами в интервале глубин 22,0–28,3 м, ее мощность варьирует от 2,2 до 4,7 м (при средней 3,4 м). Ресурсы посчитаны на площади 9,5 км² с учетом понижающего коэффициента 0,5 по категории P_2 и составляют 27,5 млн т.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

В пределах листа Р-37-ХV 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 одну Восточно-Карельскую потенциальную хром-никель-золоторудную минерагеническую зону (1 Au, Ni, Cr/AR-PR₁).

Для территории минерагенической провинции Русской плиты в пределах площади исследования выделяется одна – Тихвинско-Онежская минерагеническая зона (2 Al/PZ), положение которой контролируется площадью развития бокситоносных отложений, приуроченных к краевой части так называемого карбонового плато.

Минерагеническое районирование территории приведено в соответствии с минерагеническим блоком Легенды Карельской серии листов Госгеолкарты-200 [19], с учетом внесенных изменений и дополнений.

Минерагенические эпохи

Формирование полезных ископаемых происходило в течение нескольких минерагенических эпох: позднеархейской, раннепротерозойской и палеозойской, соответствующих одноименным тектоническим этапам.

С *позднеархейской минерагенической эпохой* на площади листа связано формирование разнообразного оруденения, относящегося к магматическому и гидротермально-метасоматическому генезису, ассоциирующего с амфиболитовой, коматиитовой, габбро-пироксенитовой и перидотит-пироксенит-габбровой геологическими формациями.

К образованиям амфиболитовой формации приурочены проявления золото-сульфидной и медно-никелевой сульфидной формаций. С коматиитовой формацией связаны проявления серебро-сульфидной, полиметаллическо-колчеданной и золото-сульфидно-кварцевой формаций. К образованиям габбро-пироксенитовой формации приурочены титан-магнетитовое, медно-никель-сульфидное оруденения и золото-сульфидно-кварцевая, хризотил-асбестовая минерализации. С образованиями перидотит-пироксенит-габбровой формации связано медно-никелевое-сульфидное, серно-колчеданное оруденения и золото-сульфидно-кварцевая минерализация.

Раннепротерозойская минерагеническая эпоха (PR₁) характеризуется постепенной сменой геодинамических условий протовнутриконтинентальной депрессии (в раннем карелии) на условия протовнутриконтинентального рифта (поздний карелий), с активностью которого связано проявление перидотит-пироксенит-габбровой формации (комплекс Ветреного пояса), и связанного с ней рудных формаций: хромитовой и золото-сульфидно-кварцевой.

Палеозойская минерагеническая эпоха (менее 570 млн лет) на территории работ связывается с отложениями каменноугольного периода и характеризуется развитием как металлических, так и неметаллических полезных ископаемых. Металлические полезные ископаемые представлены бокситами, неметаллические – известняками и глинами палыгорскитовыми.

Четвертичный период характеризуется формированием месторождений общераспространенных полезных ископаемых. Со стадиями осташковского оледенения связано образование озовых гряд, к которым приурочены месторождения песчано-гравийных материалов. В голоцене накапливаются болотные отложения, происходит формирование месторождений торфов.

В пределах Карело-Кольской минерагенической провинции на территории листа выделяется Восточно-Карельская потенциальная хром-никель-золоторудная минерагеническая зона (1 Au, Ni, Cr/AR-PR₁), включающая Волошовско-Кенозерский потенциальный золото-медно-никелевый рудный район (1.1 Ni, Cu, Au/AR-PR₁), генетически и пространственно связанная с образованиями Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса (ЗКП).

Вся золоторудная и никелевая минерализация на территории листа локализована в пределах **Восточно-Карельской потенциальной хром-никель-золоторудной минерагенической зоны** (1 Au, Ni, Cr/AR-PR₁). Никель связан с породами каменноозерского комплекса, золото приурочено к лопийским образованиям починской и кенозерской толщ.

Геолого-структурные особенности *Волошовско-Кенозерского потенциального золото-медно-никелевого рудного района* (1.1 Ni, Cu, Au/AR-PR₁) во многом определяются ее размещением в пределах Волошовско-Кенозерской зеленокаменной структурной зоны, которая является крайней юго-восточной ветвью Сумозерско-Кенозерского ЗКП. Зона сложена метаморфизованными в условиях фации зеленых сланцев осадочно-вулканогенными образованиями лопия в виде узкой полосы (порядка 10 км) среди гранито-гнейсового комплекса основания.

В разрезе лопийских отложений ЗКП снизу вверх выделяются кенозерская и починская толщи, представленные разнообразными зелеными сланцами по толеитовым и коматиитовым базальтам, перидотитовым коматиитам, андезитам и песчаникам с прослоями кварцитов и углеродисто-кремнистых сланцев с колчеданной минерализацией.

Интрузивный магматизм, проявленный в пределах ЗКП, ограничен верхнеархейским возрастом и представлен массивами серпентинизированных перидотитов метагаббро и дайковыми телами габбродолеритов. Все интрузивные массивы пространственно тяготеют к зоне глубинного Волошовского разлома северо-восточного простирания. Протяженность массивов – от первых сотен метров до 8–10 км при ширине от 50–150 до 850–1200 м, в плане они представляют собой крутопадающие (75–85°) линзовидные тела.

Общий структурный план площади осложнен широко развитой сетью тектонических нарушений, что наряду с региональной гранитизацией способствовало интенсивному проявлению гидротермально-метасоматических процессов с образованием метасоматитов листовитовой формации, которые и являются основным рудогенерирующим фактором в формировании медно-никелевого оруденения. Тела метасоматитов развиваются в тектонически ослабленных зонах брекчирования и рассланцевания по всем разностям пород.

В пределах Волошовско-Кенозерского потенциального рудного района наиболее проявлено медно-никелевое оруденение, связанное с ультраосновными породами перидотит-пироксенит-габбровой формации. К данному типу относятся наиболее представительные рудопроявления, развитые в пределах зоны – так называемая Волошовская группа (Ш-1-4, 6, 9), описанная в гл. «Полезные ископаемые».

Общей особенностью медно-никелевой минерализации, связанной с ультраосновными породами, является структурный контроль оруденения, структурно-текстурные особенности руд и минеральный состав.

В структурно-тектоническом отношении медно-никелевое оруденение приурочено к разрывным нарушениям, проходящим в центральных частях массивов и вдоль их контактов с вмещающими вулканогенно-осадочными отложениями и наследуемые дайками габбро, габбродолеритов.

Текстура руд вкрапленная, гнездово-вкрапленная, в отдельных маломощных жилах встречаются сплошные руды. По составу выделяются халькопирит-пентландит-пирротиновые, пирит-пирротин-халькопиритовые (с пентландитом). Содержание рудных минералов – от 1–2 до 60 %. Оруденение сопровождается гидротермально-метасоматическими изменениями листовитового типа – интенсивная карбонитизация, хлоритизация и оталькование первичных ультрамафитов.

Содержания рудных компонентов и серы в рудах колеблются в широких пределах: никель – 0,1–6,62 %, медь – 0,02–14,85 %, кобальт – 0,01–0,2 %, сера – 0,05–30,31 %. Высокое содержание серы характерно для существенно пирит-пирротиновых руд.

Колчеданное оруденение в пределах Волошовско-Кенозерского потенциального рудного района связано с мощной вулканогенно-осадочной толщей. Колчеданная минерализация наблюдается практически по всему разрезу вулканогенно-осадочных пород. Колчеданное оруденение может быть разделено на рудные типы: серно-колчеданный и полиметаллически-колчеданный, в образованиях данных типов в той или иной степени присутствует медная минерализация.

Серно-колчеданный тип представлен в основном пиритовым, редко пирротин-пиритовым минеральным типом.

Оруденение локализуется в углисто-кремнистых сланцах среди графит-серицитовых сланцев и кварцитов. Руды вкрапленные полосчатые образуют залежи, согласные со слоистостью вмещающих пород.

Содержание пирита изменяется от 5 до 50 %. В процессе метаморфизма и тектонических деформаций первичные руды претерпели существенное изменение, в результате чего широкое развитие получили брекчиевые текстуры. По данным химического спектрального анализа, содержание полезных компонентов в рудах составляет: никель – 0,1–0,3 %, кобальт – 0,01–0,03 %, медь – 0,05–0,15 %. Содержание серы в наиболее обогащенных пиритом рудах достигает 16 %.

Оруденение полиметаллического типа установлено в пределах Токшинского рудопроявления (II-1-6). Колчеданные залежи приурочены к горизонтам осадков, находящихся среди metabазальтов толеит-базальтовой формации. Мощность горизонтов – от 5 до 40 м. Рудовмещающие породы рассланцованы, по сланцеватости характерно развитие кварц-карбонатных жил с убогой сульфидной минерализацией. Распределение рудных минералов по вертикали и в плане неравномерно: содержание сульфидных минералов – от нескольких процентов до 40–70 %. Химический состав руд изучен только по отдельным пробам, отобраным неравномерно по единичным скважинам, и характеризуется незначительным содержанием полезных компонентов.

Оценка прогнозных ресурсов минерагенической зоны по категории P₃ была осуществлена в 1988 г. и составляет 600 тыс. т никеля на площадь в 700 км² [74]. По состоянию на 1.01.2003 г. прогнозные ресурсы сняты с учета.

В пределах Восточно-Карельской потенциальной минерагенической зоны и Волошовско-Кенозерского потенциального рудного района локализован *Кенозерский (Волошовский) потенциальный золоторудный узел* (1.1.1 Au/AR) с целью оценки перспектив золотого оруденения, проявленного в пределах Волошовско-Кенозерской зеленокаменной структуры, на площади которой известно порядка 20 пунктов минерализации золота (золото-сульфидно-кварцевой формации). Проявления установленных протяженных зон рассланцевания и связанных с ними метасоматитов березит-лиственитового типа, развитых как по зеленосланцевому комплексу, так и по прорывающим его базит-ультрабазитовым интрузиям, протяженностью 3–9 км и шириной до 200–400 м, являются дополнительным положительным критерием оценки данного металлогенического таксона.

Прогнозные ресурсы золота категории P₃ Кенозерского (Волошовского) потенциально золоторудного узла на площадь 450 км², принятые 10.11.2005 г. (паспорт № 0400001), составляли 90 т. В рамках работ: «Создание и подготовка к изданию комплектов Государственных геологических карт масштаба 1 : 1 000 000 по группе листов территории Российской Федерации», «Подготовка к изданию комплекта Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 листа P-37 – Плесецк», проведена корректировка границ рудного узла и выполнен пересчет прогнозных ресурсов на площадь 1350 км², который составил 67,5 т. В границах номенклатурного листа P-37-XV ресурсы категории P₃ на площадь 641 км² составляют 32,05 т. С учетом ООПТ Кенозерский национальный парк рудный узел занимает площадь 421 км², что соответствует 21,05 т золота категории P₃.

В пределах минерагенической провинции Русской плиты на территории листа P-37-XV выделяется **Тихвинско-Онежская бокситоносная минерагеническая зона** (2 Al/PZ), в структуре которой выделен **Северо-Онежский железобокситовый рудный район** (2.1 Al,Fe/C₁).

В пределах площади листа известно одно малое месторождение бокситов – Треугольное (II-3-3) и один пункт минерализации С-8 (III-4-1), выявленный в ходе проведения работ по проекту ГДП.

Вся бокситовая минерализация относится к Тихвино-Онежской бокситоносной минерагенической зоне. Бокситы осадочного генезиса «стратиформного» типа залегают в основании визейского яруса нижнего карбона и локализируются в палеоложбинах поверхности докарбонных отложений (формация – бокситовая терригенная).

Все известные месторождения и проявления бокситов Северо-Онежского железобокситового рудного района (СОБРа) генетически связаны с осадочным комплексом терригенно-глинистых отложений, возраст которого большинством исследователей оценивается как тульско-алексинский. Пространственно все месторождения и проявления бокситов тяготеют

к выступам кристаллического фундамента, сложенного вулканогенно-осадочными породами верхнего протерозоя. Бокситоносный рельеф развит исключительно в пределах высокого гипсометрического уровня и характеризуется наличием останцов довизейской поверхности выравнивания и широким развитием реликтов древних речных долин с бессточными озеровидными впадинами в них остаточного-карстового типа [92].

Площадь листа Р-37-ХV охватывает только краевую западную часть СОБРа, где перспективные бокситоносные образования обладают преимущественно малой мощностью, в связи с чем перспективность промышленной отработки образований данного рудного типа в настоящий момент представляется крайне маловероятной.

Резюмируя все вышесказанное, стоит выделить на территории листа в качестве рудоперспективных объектов известные рудопроявления медно-никелевого сульфидного, колчеданного оруденений и золото-сульфидно-кварцевой минерализации, развитые в пределах Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса. Данные рудопроявления многочисленны, относительно хорошо изучены. На данный момент промышленная значимость кажется маловероятной, но объекты данного типа могут обладать промышленным интересом в будущем.

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 находений их минералов-спутников). При этом, вероятно, можно говорить о проявлениях алмазного 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 в области сочленения Балтийского гидрогеологического массива (ГМ) – гидрогеологической структуры I порядка и Северо-Двинского артезианского бассейна – структуры II порядка, которая входит в состав Восточно-Европейского сложного артезианского бассейна [7]. Балтийский ГМ сложен архейскими и протерозойскими кристаллическими и метаморфизованными породами, перекрытыми покровом четвертичных отложений, и характеризуется довольно сложными и неоднородными по площади гидрогеологическими условиями, для которых характерно развитие трещинных и трещинно-жильных вод.

Юго-восточная часть территории листа принадлежит Северо-Двинскому артезианскому бассейну, где развиты неметаморфизованные осадочные образования верхнего протерозоя и палеозоя с напорными и напорно-безнапорными порово-пластовыми водами.

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. На крайнем юго-востоке с увеличением мощности осадочного чехла (более 200 м) развита зона затрудненного водообмена.

К настоящему времени на рассматриваемой территории проведен ряд гидрогеологических исследований по изучению условий формирования ресурсов подземных вод и выявлению гидрохимических и гидродинамических закономерностей.

Планомерное изучение геологического строения территории началось в 1970-е гг. В 1962–1969 гг. проведены геолого-гидрогеологические работы масштаба 1 : 200 000 [61], в результате которых получен материал по гидрогеологическим условиям территории.

Гидрогеологические исследования проводились как при выполнении региональных работ, так и при целенаправленных поисковых и разведочных работах. Первые кадастры подземных вод были выпущены в 1939 г. Затем они пополнялись новыми сведениями в 1969, 1974 и 1989 гг. [87].

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 ней дана характеристика подземных вод всего гидрогеологического разреза, рассмотрены общие гидрогеологические закономерности.

В 1989 г. был завершен отчет «Оценка региональных эксплуатационных запасов подземных вод Северо-Двинского артезианского бассейна в пределах Архангельской области», где сведены многочисленные данные по гидрогеологии региона и проведены подсчеты региональных запасов (ресурсов) пресных подземных вод [87].

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, в составе которого выполнена Карта подземных вод масштаба 1 : 1 000 000 (автор С. В. Егоров).

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 ресурсного 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.

В настоящее время по территории СЗФО ежегодно проводится обобщение материалов по мониторингу состояния недр, включая мониторинг подземных вод, с выпуском информационных бюллетеней и обобщением сведений по государственному учету подземных вод [9].

Характеристика гидрогеологического разреза, представленная ниже, учитывает все гидрогеологические исследования.

Выделение гидрогеологических стратонов выполнено на основе геологической стратификации разреза на площади листа. Гидрогеологические подразделения выделены на основе методических рекомендаций 1998 г. и Унифицированных схем объектов гидрогеологической стратификации РФ [28], а также стратификации, разработанной для Северо-Двинского артезианского бассейна.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

В четвертичной толще, залегающей практически сплошным покровом на архейских, протерозойских и палеозойских 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 м на северо-западе территории до 186 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 (болотный) 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. 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 – до 100 мг/дм³. По составу воды гидрокарбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые, 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.

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 аллювий русловой, пойменный и первой надпойменной террасы, рек Кена, Ундоша, Токша 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 – 5,0–8,5 м.

Горизонт залегает первым от поверхности – горизонт грунтовых вод. Глубина залегания вод – от 0,3–0,4 до 1,4–2,3 м от поверхности земли [61]. 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 и осташковским ледниково-озерным породам, образующим единый горизонт. Водоносный горизонт развит с поверхности и приурочен к низинам, тяготеющим к озерам Кенозеро, Ундозеро, Почозеро и долинам рек. Представлен мелкозернистыми и тонкозернистыми песками, реже – супесями, глинами и сапропелями, общей мощностью до 13 м.

Гидрогеологическая стратификация четвертичных образований листа Р-37-ХV

Стратиграфические подразделения					Гидрогеологические подразделения					
Надраздел	Раздел	Эвено	Горизонт	Индекс	Мощность, м	Литологический состав	Номер на схеме	Название и индекс	Химический состав подземных вод	Минерализация, г/дм ³
Голоцен				pH	3,0	Торф	1	Голоценовый палюстринный (болотный) водоносный горизонт (pH)	Гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый	до 0,1
				aH	5–8,5	Пески с-м/з, супесь	2	Голоценовый аллювиальный водоносный горизонт (aH)	Гидрокарбонатный кальциевый	0,08–0,4
				laH	5	Пески т/з и м/з	3	Осташковско-голоценовый водоносный горизонт (lglllos-lH)	Гидрокарбонатный, сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый	0,2–0,5
				lH	6–13	Пески т/з				
Плейстоцен Неоплейстоцен		Верхнее	Осташковский	lglllos	7,0	Пески т/з, глины	4	Осташковский водноледниковый водоносный горизонт (lg,filllos)	Гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатный смешанный по катионам; сульфатный кальциевый	0,3–0,7 2,75
					30	Пески р/з с гравием (слабляющие камы)				
				filllos	40	Пески с гравием и галькой	5	Осташковский моренный относительно водоупорный горизонт (glllos)	Гидрокарбонатный магниевый-кальциевый и смешанный по катионам	0,2–0,5
				glllos	43	Суглинки валунно-галечные				
			Ленинградский	l,allln	13	Глины с прослоями песка		Подпорожско-осташковский межморенный водоносный горизонт (lllpd-os)	Гидрокарбонатный магниевый-кальциевый и смешанный по катионам; хлоридный смешанный по катионам	0,26–0,53 1,7
			Подпорожский	lglllpd	7	Пески м/з, глины				
				filllpd	15	Супеси, пески с гравием				
				glllpd	26	Суглинки валунные				
						Подпорожский моренный относительно водоупорный горизонт (glllpd)	–	–		
Плейстоцен Неоплейстоцен		Верхнее	Микулинский	llllmk	27	Супеси, пески т/з,		Московско-подпорожский межморенный водоносный горизонт (llms-lllpd)	Гидрокарбонатный магниевый-кальциевый и смешанный по катионам	0,28–0,46
				m,llllmk	50	Глины, пески т/з				
				mlllptr	20	Пески м/з, глины				
		Среднее	Московский	lgllms	7	Пески м/з, глины				
				flms	40	Песок р/з с гравием и галькой, валунники, супеси				
				gllms	28	Суглинки и супеси валунные				

Стратиграфические подразделения					Гидрогеологические подразделения					
Надраздел	Раздел	Звено	Горизонт	Индекс	Мощность, м	Литологический состав	Номер на схеме	Название и индекс	Химический состав подземных вод	Минерализация, г/дм ³
Плейстоцен	Неоплейстоцен	Среднее	Горкинский	allgk?	15,8	Конгломераты		Днепровско-московский межморенный водоносный горизонт (lldn–ms)	Смешанный по катионам и анионам	0,62
				l,allgk?	22,3	Пески р/з, суглинки, супеси				
				lllgk?	12,2	Глины				
		Днепровский	lglldn	27	Глины, супеси, пески т/з					
			filldn	16	Пески с гравием и галькой					
			glldn	76	Суглинки валунные					
	Нижнее	Лихвинский	la,llh	21	Глины, супеси, пески		Свирско-днепровский водоносный комплекс (lsv–lldn)	Гидрокарбонатный магниевый-кальциевый и смешанный по катионам	0,2–0,35	
			Окский	lglok	7					Пески с прослоями глин
				flok	15					Пески с/з и к/з
		glok		26	Суглинки и глины валунные					
		Свирский	l,a,la,lsv?	32	Супеси, пески, галечники					

Воды горизонта безнапорные. По данным на смежной с востока территории, глубина залегания уровня грунтовых вод в пределах первых метров, часто до 1 м. Фильтрационные свойства водовмещающих пород невысокие. Коэффициент фильтрации изменяется от 0,15 до 8,5 м/сут.

По составу воды гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, от мягких до умеренно жестких, с повышенным содержанием железа. Минерализация – в пределах 0,2–0,5 г/дм³.

Осташковский водноледниковый водоносный горизонт (lg,fllos) развит довольно широко на площади листа и приурочен к озовым грядам, камам и долинным зандрам, развитым в долинах рек Ундоша, Токша и др. 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 20–36,5 м.

Подземные воды повсеместно имеют безнапорный характер. Глубина залегания уровней воды варьирует от 0,4–6,6 м в пределах зандровых полей до 10–20 м на вершинах озовых гряд и камов. У подножия нередко развивается заболоченность.

Водообильность горизонта изменяется в широких пределах. Удельный дебит скважин изменяется от 0,03 до 0,35 л/с (скважина в д. Першлахта). Дебит родников зависит от состава водовмещающих пород и составляет 0,05–0,25 л/с (долина р. Кена), суммарный расход пластовых выходов подземных вод достигает 2,5–5,0 л/с [61]. 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 0,3–0,7 г/дм³. Отмечается превышение содержания железа в подземных водах родников [61] и в скважинах – до 2,0–3,3 мг/дм³. В скважине в д. Измайловская (левый берег р. Кена) в инт. 23–35 м вскрыты сульфатные натриевые воды с минерализацией 2,75 г/дм³. Можно предположить, что аномальный состав подземных вод здесь обусловлен разгрузкой солоноватых вод нижних водоносных подразделений.

Подземные воды горизонта широко используются местным населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения преимущественно колодцами, каптированными родниками, реже скважинными водозаборами.

Осташковский моренный относительно водоупорный горизонт (glllos) распространен на территории практически повсеместно и залегает как непосредственно первым от поверхности, так и перекрывается вышележающими водоносными подразделениями. Представлен валунно-галечными суглинками и глинами с содержанием обломочного материала до 20–30 % и мало-мощными прослоями и линзами песка, что обуславливает относительную водоупорность моренных образований. Мощность морены изменяется в значительных пределах, максимальная достигает 42,5 м.

Подземные воды в морене приурочены к прослоям и линзам песка и опробованы рядом скважин [61]. Воды чаще напорные. Величина напора в пределах 1,4–45,7 м. Уровень подземных вод устанавливается на глубине 0,3–5,8 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 удельным дебитом скважин от 0,17 до 0,7 л/с.

Воды пресные с минерализацией 0,2–0,5 г/дм³. Химический состав вод преимущественно гидрокарбонатный магниевый-кальциевый. Отмечается превышение содержания железа до 1,2 мг/дм³.

Воды используются для мелкого хозяйственно-бытового водоснабжения.

Подпорожско-осташковский межморенный водоносный горизонт (lllps-os) развит на рассматриваемой территории на глубинах 10–56 м и включает флювиогляциальные и ледниково-озерные образования подпорожского горизонта и, развитые фрагментарно, озерно-аллювиальные образования ленинградского горизонта верхнего неоплейстоцена. Представлен ленинградский горизонт горизонтально-слоистыми глинами, иногда с прослойками погребенного торфа и песков, мощностью до 13 м. Флювиогляциальные отложения представлены гравийно-галечными супесями и песками с валунно-галечными прослоями в нижней части разрезов. Общая мощность горизонта – до 20 м.

Горизонт залегает между моренами подпорожской и осташковской и имеет напорные воды. Напор достигает 6,1–48 м. Глубина установившегося уровня подземных вод составляет 3,0–8,0 м, в котловине оз. Кенозеро уровень превышает поверхность земли на 1,4 м. Водообильность межморенного горизонта пестрая. Удельный дебит скважин изменяется в пределах 0,013–0,9 л/с.

Воды горизонта преимущественно пресные с минерализацией 0,26–0,53 г/дм³, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые или смешанные по катионному составу.

В долине р. Кена в пос. Самково скважиной в интервале глубин 10,5–32,4 м вскрыты хлоридные магниевые-кальциевые-натриевые воды с минерализацией 1,7 г/дм³. Здесь осадочный чехол прорван дайковым комплексом, что, видимо, способствует поднятию минерализованных вод в зоне разгрузки – долине р. Кена.

Горизонт защищен от поверхностного загрязнения и может использоваться местным населением для водоснабжения.

Подпорожский моренный относительно водоупорный горизонт (glllpd) развит как впадо долине р. Кена и в долине р. Ундоша, так и на карбовом плато. Ледниковые отложения представлены плотными суглинками с прослоями и линзами глинистых песков и супесей, с включением до 30–40 % гравия, гальки и валунов. Относительная водоносность морены обусловлена песчаными прослоями. Воды, приуроченные к ним, напорные. Гидрогеологические параметры горизонта на рассматриваемой территории отсутствуют.

Московско-подпорожский межморенный водоносный горизонт (llms-lllpd) объединяет образования микулинского межледникового и нередко залегающие ниже водноледниковые отложения московского горизонта и залегает между моренными образованиями московского и подпорожского ледникового. Развит межморенный горизонт в пределах всей территории, но максимальное развитие имеет в палеодолинах Кены и Ундоши. Микулинские морские и озерные образования представлены песками тонко- и мелкозернистыми, глинами с прослоями песка, мощностью до 20–50 м. Ледниково-озерные образования московского ледникового представлены переслаиванием песков и глин мощностью до 7 м. Флювиогляциальные отложения – гравийно-галечными супесями и песками, валунниками и галечниками средней мощностью около 10 м, максимальная – 40 м.

Подземные воды, приуроченные к вышеобозначенным породам, образуют единый напорный водоносный горизонт. Напор составляет 22–47 м. Уровни подземных вод устанавливаются на глубинах 2,5–6,9 м. В понижениях рельефа скважины нередко фонтанируют и установившийся уровень воды в них превышает поверхность земли на 3,6 м. Водообильность межморенного горизонта различная, но в целом высокая и зависит от гранулометрического состава водовмещающих пород. Удельный дебит скважин изменяется в пределах 0,03–1,38 л/с. Дебит самоизлива в скв. 10 (среднее течение р. Вешкома) достигал 2,7 л/с [61].

Питание межморенного горизонта осуществляется атмосферными осадками при неглубоком его залегании, а также за счет перетекания подземных вод через относительно водоупорные горизонты. Разгрузка осуществляется по долинам рек и озер, в понижениях рельефа.

Подземные воды московско-подпорожского межморенного водоносного горизонта преимущественно пресные с минерализацией 0,28–0,46 г/дм³, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые или смешанные по катионам. Содержание железа нередко превышает допустимые нормы (СанПиН 2.1.4.1074-01/ГН 2.1.5.1315-03) и составляет 0,44–0,68 мг/дм³. За счет московско-подпорожского межморенного водоносного горизонта можно водоснабжать небольшие населенные пункты. В д. Самково водоснабжение местных жителей базируется на этот водоносный горизонт.

Московский моренный водоупорный горизонт (gllms) развит довольно широко и представлен плотными супесями и суглинками с большим количеством гальки, гравия (10–15 %) и валунов (20–30 %) мощностью до 28 м. Водоупорный горизонт разделяет два межморенных водоносных горизонта: московско-подпорожский и днепровско-московский.

Днепровско-московский межморенный водоносный горизонт (lldn-ms) развит в Кенозерской депрессии и включает образования горкинского горизонта и ледниково-озерные и флювиогляциальные отложения днепровского ледникового на глубинах 50–80 м. Горизонт представлен разнозернистыми песками с включением гравийно-галечно-валунного материала мощностью 16–27 м, конгломератами мощностью до 15,8 м, песками, супестью и глинами мощностью до 22 м.

Воды горизонта напорные. В двух опробованных скважинах, пробуренных в долине р. Кена и озерной котловине Кенозера, напор составил 47,7 и 83,4 м [61]. Уровень подземных вод установился выше поверхности земли на 1,5–3,7 м.

Водообильность горизонта невысокая. Удельный дебит одной скважины составил 0,3 л/с, а другой значительно ниже – 0,07 л/с.

Питание и разгрузка данного водоносного горизонта происходит за счет смежных водоносных подразделений.

Химический состав вод – смешанный по катионам и анионам, минерализация составила 0,62 г/дм³, что указывает на подток здесь более глубоких подземных вод.

Свирско-днепровский водоносный комплекс (Isv-IIdn) развит в нижней части глубоких впадин дочетвертичного рельефа в палеодолине р. Кена и объединяет низы четвертичного разреза от образований свирского горизонта до морены днепровского горизонта. Толща представлена перемежающимися образованиями: глинистыми – валунные суглинки и глины, песчаными – водно-ледниковые окские пески среднезернистые и крупнозернистые. Поэтому здесь выделен водоносный комплекс. Водовмещающие пески опробованы в долине р. Кена (д. Бол. Самково) в инт. 64–100 м и на западном побережье оз. Кенозеро (д. Тарасово) в инт. 152,5–158,7 м.

Воды напорные. Величина напора составила 62,2–141 м. Уровень подземных вод установился на глубине 3,8 и 11,4 м. Водообильность отложений невысокая. Удельный дебит скважин составил 0,01–0,04 л/с.

Подземные воды пресные с минерализацией 0,2–0,35 г/дм³ гидрокарбонатные магниевые-кальциевые и смешанные по катионам.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ДОЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Подземные воды дочетвертичных образований на территории листа приурочены к разным гидрогеологическим структурам. В пределах Северо-Двинского артезианского бассейна развиты порово-трещиновато-пластовые воды, приуроченные к образованиям осадочного чехла, а в Балтийском сложном гидрогеологическом массиве (ГМ) воды приурочены к зонам трещиноватости пород различного возраста и состава или к зонам разломов. Гидрогеологическая стратификация представлена в табл. 2.

Серпуховско-касимовский водоносный горизонт (C₁s-C₃k) развит на юго-востоке листа в пределах Карбонового плато. Горизонт включает образования касимовского (C₃k) яруса верхнего карбона, московского яруса (C₂m) среднего карбона и серпуховского яруса (C₁s) нижнего карбона. Водовмещающие породы – доломиты и известняки с прослоями мергелей и глин в различной степени огипсованные и трещиноватые.

При поверхностном залегании водоносного горизонта известняки и доломиты интенсивно трещиноваты, закарстованы и кавернозны. Наибольшие проявления карста выявлены в южной части территории в долине рек Онега, Чурьега и Сондола [61]. Отмечено наличие карстовых пещер, воронок и «ныряющей» реки – руч. Черный, левый приток р. Чурьега.

Мощность горизонта изменяется от нескольких метров до 70 м, увеличиваясь в юго-восточном направлении.

При неглубоком залегании горизонта под четвертичными отложениями подземные воды нередко безнапорные. Пьезометрические уровни подземных вод располагаются на глубинах 2–40 м. В условиях более глубокого залегания и наличия перекрывающих водоупорных отложений воды приобретают напор, величина которого достигает 12,5–30 м. Водообильность пород неравномерная, но обычно высокая, с глубиной резко снижается. Удельный дебит скважин чаще составляет 0,8 до 4,3 л/с, реже снижается до 0,01 л/с. Дебиты родников изменяются в пределах 0,5–3,0 л/с, в карстовых районах (долина р. Онега) – до 10–50 л/с. Средние значения водопроводимости горизонта – 100–300 м²/сут. В карстовых районах от 300–500 м²/сут на водоразделах до 1000–2000 м²/сут вблизи долин рек.

Горизонт при выходе его на дочетвертичную поверхность имеет благоприятные условия инфильтрационного питания, обусловленные в основном небольшой мощностью перекрывающих четвертичных отложений и широким развитием поверхностных форм карста. Разгрузка подземных вод отмечена на многих площадях, где многочисленные родники разгружаются по долинам рек (Кена, Онега и др.) и озерным котловинам (Кенозеро).

Мощность зоны пресных вод достигает 100 м и более, уменьшаясь к зонам разгрузки до 50 м.

Гидрогеологическая стратификация дочетвертичных образований листа Р-37-ХV

		Стратиграфические подразделения				Мощность, м	Литологический состав	Гидрогеологические подразделения		
Эрагема	Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Индекс			Название и индекс	Химический состав подземных вод	Минерализация, г/дм ³
Палеозойская	Каменноугольная	Верхний	Касимовский	Кревякинский	C ₃ kr	12,0	Известняки, местами глинистые, доломиты	Серпуховско-касимовский водоносный горизонт (C ₁ s-C ₃ k)	Гидрокарбонатный магниевокальциевый и смешанный по катионам	0,2–0,6
		Средний	Московский	Мячковский	C ₂ mč	15,6	Известняки доломитизированные, доломиты			
				Подольский	C ₂ pd	35	Известняки, доломиты окремненные			
				Каширский	C ₂ k	15	Песчаники, мергели, доломиты, известняки			
		Нижний	Серпуховский	Протвинский	C ₁ pr	16,9	Известняки, доломиты, с прослоями глин и мергелей			
				Стешевский	C ₁ st	23,5	Карбонатные породы, песчаники, алевролиты, глины			
				Тарусский	C ₁ tr					
			Визейский	Михайловский	C ₁ mh	49,4	Глины, пески, алевролиты, алевролиты, песчаники, бокситовые породы			
		Алексинский		C ₁ al						
	Тульский	C ₁ tl								
	Девонская	Верхний	Франский		D ₃ f	101,5	Алевролиты, песчаники, глины	Верхнедевонский водоносный комплекс (D ₃)	Гидрокарбонатный магниевокальциевый	0,2–0,45
									Хлоридно-сульфатный натриево-кальциевый	2,3–2,6

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
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ	Нижнепротерозойская (Карельская)	Верхнекарельская	Комплекс Ветреного пояса		$v\sigma KR_2^1 v$		Перидотиты, серпентиниты, пироксениты, габбро	Сумийско-людиковийская водоносная зона трещиноватости ($KR_1 sm - KR_2 d$)	Гидрокарбонатный магниевый, смешанный по катионам Сульфатный и гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциевый Сульфатно-хлоридный натриевый	0,1–0,4 0,7 0,95
			людиковийский	Виленгская	$KR_2^1 vl$	1400	Алевролиты, алевриты, сланцы, песчаники			
		Нижнекарельская	Ятулийский	Кожозерская	$KR_1^3 kz$	1000	Сланцы карбонатсодержащие, песчаники с прослоями известняков и доломитов, кварцито-песчаники, туффиты			
			Сумийско-сарийский	Киричская	$KR_1^2 kr$	3650	Терригенная толща: кварциты, песчаники, алевролиты Вулканогенно-осадочная толща: базальты, андезиты-базальты, туфопесчаники			
АРХЕЙСКАЯ	Лопийская	Среднелопийская	Каменноозерский комплекс		$v\sigma LP_2 k$		Оливины, перидотиты, габбро	Архейская водоносная зона трещиноватости (AR)	Гидрокарбонатный, смешанный по катионам Сульфатно-гидрокарбонатный натриевый Хлоридно-сульфатный кальциевонатриевый	0,02–0,4 0,4 4,7
				Починская толща	$LP_2 p\check{c}$	4500	Метабазальты, метаандезиты, сланцы, метапесчаники			
			Кенозерский комплекс		$v\sigma LP_2 kn - p\check{c}$		Дайки и силлы перидотитов, габбро, пироксенитов			
				Кенозерская толща	$LP_2 kn$	8000	Базальты, сланцы			
	Саамско-лопийская	Водлинский комплекс		$mp\gamma SM - LP_2 v$		Плагииграниты, мигматиты, кварцевые диориты, гранодиориты				
		Волоцкая толща		$aSM - LP_2 vl$		Амфиболиты, амфибол-плагноклазовые, амфибол-пироксен-плагноклазовые кристаллические сланцы				

Химический состав подземных вод серпуховско-касимовского водоносного горизонта в пределах рассматриваемой территории преимущественно гидрокарбонатный магниево-кальциевый. Минерализация – 0,2–0,6 г/дм³. Отмечено превышение содержания железа – до 0,4–2,16 мг/дм³ (при норме 0,3 мг/дм³ по СанПиН 2.1.4.1074-01/ГН 2.1.5.1315-03).

В долине р. Онега выявлен родник с солоноватыми сульфатно-хлоридными водами, минерализация их – 1,5 г/дм³ [61]. Здесь происходит разгрузка более глубоких подземных вод.

Данный водоносный горизонт является одним из самых перспективных для хозяйственно-питьевого водоснабжения. На его базе за пределами листа разведаны многие месторождения пресных подземных вод Архангельской области.

Визейский относительно водоупорный горизонт (C_{1v}) приурочен к отложениям визейского (C_{1v}) яруса нижнего карбона. Развита в южной части территории, на дочетвертичную поверхность выходит узкой полосой в районе долины р. Кена и оз. Кенозеро. К юго-востоку от этой полосы он погружается под более молодые породы карбона. Горизонт представляет собой толщу глин с прослоями песков, алевролитов и песчаников, редко известняков, ниже преобладают глины песчаные с углем, бокситовые породы. Общая мощность горизонта изменяется в пределах от 2–30 до 56 м, увеличиваясь в направлении с запада на восток.

Уровень подземных вод в водоносных прослоях устанавливается на глубинах 6–8,7 м, в пониженных участках в скважинах наблюдаются самоизливы (уровень на берегу оз. Кенозеро установился выше поверхности земли на 2,0–3,0 м). Водообильность водоносных прослоев невелика, удельный дебит скважин – от 0,001 до 0,13 л/с. Водопроницаемость определена в пределах 10–26,4 м²/сут.

Воды горизонта пресные (минерализация – 0,3–0,5 г/дм³) гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые или смешанные по катионам. При погружении горизонта в юго-восточном направлении пресные воды сменяются солоноватыми с минерализацией 7 г/дм³ сульфатно-хлоридного состава.

Для водоснабжения данный горизонт практически не используется, т. к. выше залегает более водоносный серпуховско-касимовский горизонт.

Верхнедевонский водоносный комплекс (D₃) включает образования франского яруса верхнего девона (D_{3f}). На дочетвертичную поверхность выходит в центре листа – на границе Северо-Двинского артезианского бассейна. Далее на юго-восток погружается под визейский горизонт.

Разрез характеризуется разнообразным составом пестроцветных терригенных пород: глинами, аргиллитами, алевролитами, мергелями, песчаниками. Отложения в различной степени загипсованы. Отмечены песчаники и алевролиты с гипсовым цементом [61]. Мощность водоносного комплекса составляет 50–101,5 м.

Воды напорные. Величина напора в зависимости от глубины опробования может достигать 111,8 м. Пьезометрические уровни залегают на глубинах от 1,8 до 45,5 м (берег оз. Кенозеро). Водообильность комплекса, как правило, невысокая, удельный дебит скважин изменяется от 0,002 до 0,06 л/с. Водопроницаемость в среднем 170 м²/сут.

На площади залегания комплекса под четвертичными отложениями и близко к поверхности развиты пресные гидрокарбонатные магниево-кальциевые или смешанные по катионам подземные воды с минерализацией 0,24–0,45 г/дм³. На участках, приуроченных к зонам разгрузки оз. Кенозеро и долине р. Кена, встречены солоноватые воды с минерализацией 2,3–2,6 г/дм³ хлоридно-сульфатного состава, свидетельствующего о загипсованности водовмещающих пород. При погружении комплекса на юг-юго-восток развиты преимущественно солоноватые и соленые воды с минерализацией 2,4–15 г/дм³.

Пресные подземные воды комплекса могут использоваться скважинными водозаборами для мелких хозяйств, минерализованные воды пригодны в качестве минеральных питьевых лечебно-столовых вод.

Верхнедевонский водоносный комплекс в пределах рассматриваемой территории залегает на кристаллических породах фундамента, в котором воды приурочены к зоне экзогенной трещиноватости коры выветривания и зонам разломов – водоносной зоне трещиноватости, гидрогеологическая характеристика которой рассмотрена ниже. Характерно, что при залегании под осадочным чехлом водоносная зона трещиноватости гидравлически взаимосвязана с вышезалегающими подземными водами и имеет близкий состав подземных вод.

Сумийско-людиковийская водоносная зона трещиноватости (KR₁sm – KR₂ld) включает образования виленгской свиты (KR₂¹vl) людиковия верхнего карелия, кохозерской свиты (KR₁³kz) ятулия и киричской свиты (KR₁²kr) сумия нижнего карелия. Представлена водоносная зона ме-

таморфогенными, осадочно-вулканогенными, осадочными и интрузивными образованиями. Преимущественно это метаморфизованные песчаники, кварцитопесчаники, сланцы, песчаники с прослоями известняков и доломитов и алевролиты, прорванные интрузиями пироксенитов, габбро, перидотитов. Породы разбиты сетью трещин, 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 4–70 м, реже – больше, на юго-восток погружается под осадочный чехол.

Воды напорно-безнапорные. Напор подземные воды приобретают при значительной мощности перекрывающих их глинистых четвертичных образований или при погружении под осадочный чехол. Глубина залегания подземных вод изменяется в пределах от 11–26 м на водоразделах до 0,5–1,0 м на склонах и в понижениях рельефа. При погружении зоны трещиноватости под осадочный чехол в долине р. Немша уровень подземных вод в скв. 7 [61] установился выше поверхности земли на 2,8 м. Водообильность зоны трещиноватости невысокая. Удельные дебиты скважин изменяются в пределах 0,004–0,41 л/с, причем минимальные характерны для вулканогенных образований. Наиболее водообильные зоны приурочены к тектоническим разломам. Питание подземных вод осуществляется на возвышенности Ветреный Пояс, разгрузка – в долины рек и крупные озерные котловины.

По химическому составу подземные воды сумийско-людиковийской зоны трещиноватости преимущественно гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые, либо переменного катионного состава с минерализацией до 0,1–0,36 г/дм³. В районе оз. Торосозеро выявлено превышение содержания железа в воде – 6,7 мг/дм³. В районе озер Ундозеро и Немшозеро встречены гидрокарбонатно-сульфатные натриево-кальциевые воды с минерализацией 0,74–0,75 мг/дм³, образование которых связывают с окислением сульфидного оруденения [61]. В интрузивных образованиях на глубине до 118 м (скв. 11) вскрыты сульфатно-хлоридные натриевые воды с минерализацией 0,95 г/дм³.

Архейская водоносная зона трещиноватости (AR) распространена на дочетвертичной поверхности в центральной и западной частях рассматриваемой территории. На юго-восток погружается под осадочный чехол. Водоносная зона включает трещинные и трещинно-жильные воды, приуроченные к архейским–лопийским образованиям (амфиболиты, базальты, андезиты, туфы, мигматиты, метапесчаники, гранитогнейсы, мигматиты, кристаллические сланцы и др.) и интрузивным породам – габбро, перидотитам, серпентинитам. Породы характеризуются развитием систем трещин северо-западного и северо-восточного простираний. 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, при погружении под осадочный чехол достигает 280 м и более. Воды напорные. Величина напора изменяется от 15 до 196 м при погружении водоносной зоны трещиноватости на юго-восток. Уровень подземных вод устанавливается на глубине 0,7–4,0 до 25,9 м на возвышенных участках. В долине р. Волошова отмечен самоизлив подземных вод из скв. 15, уровень подземных вод установился на 0,9 м выше поверхности земли [61]. Водообильность слабая, удельный дебит скважин изменяется в пределах 0,002–0,01 л/с.

Воды пресные, преимущественно гидрокарбонатные со смешанным катионным составом с минерализацией 0,02–0,4 г/дм³. В скв. 24 (оз. Почозеро) в инт. 101–105 м вскрыты сульфатно-гидрокарбонатные воды с минерализацией 0,4 г/дм³. В долине р. Кена на глубине 205 м в гранитах встречены солончатые (минерализация 4,7 г/дм³) хлоридно-сульфатные воды, формирование которых также обусловлено влиянием подземных вод осадочного чехла.

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Как видно из приведенного выше описания, все породы, развитые на площади, обводнены. Основной областью питания подземных вод является кряж Ветреный Пояс, областью разгрузки – Кенозерская котловина, долина р. Онега. Региональной областью разгрузки является Онежская губа Белого моря. Следует выделить воды Балтийского ГМ (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 гидрогеологическими подразделениями дочетвертичного осадочного чехла.

В пределах Балтийского ГМ 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 взаимосвязаны. 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. Воды весьма пресные с минерализацией 0,02–0,5 г/дм³, общей жесткостью – 0,2–7,1 мг-экв/дм³ – от очень мягких до умеренно жестких (по классификации О. А. Алекина), pH = 5,6–7,4 – от умереннокислых до нейтральных. Отмечено превышение железа в подземных водах как четвертичных образований, так и дочетвертичных.

Северо-Двинский артезианский бассейн характеризуется пластовым характером фильтрации подземных вод. Для данной территории характерна вертикальная гидродинамическая и гидрохимическая зональность.

Мощность зоны свободного водообмена в среднем составляет 200 м. В общем случае нижняя граница зоны незначительно отличается от базиса периферийных морей, она гипсометрически близка к отметкам от 0 до 100 м ниже уровня моря.

Практически повсеместно первыми от поверхности залегают подземные воды четвертичных отложений. Находящиеся в зоне свободного водообмена подразделения дочетвертичных образований закономерно сменяют друг друга от верхнедевонских до кривякинских верхнего карбона.

Для зоны затрудненного водообмена характерна слабая взаимосвязь с поверхностными и грунтовыми водами, мощностью ее в пределах бассейна от нескольких десятков до трех-четырёх сотен метров. Для рассматриваемой территории в данной зоне расположены самые низы осадочного чехла на крайнем востоке и юге.

Гидрохимическая зональность выражается в вертикальной смене пресных вод солоноватыми, солеными и рассолами, что происходит с глубиной погружения осадочного чехла. Однако необходимо учитывать, что на водораздельных участках, где происходит питание подземных вод до глубины 200 м и более увеличение минерализации не выявлено, развиты гидрокарбонатные воды с минерализацией 0,26–0,27 г/дм³ (скв. 21). В зонах разгрузки (в долине р. Кена, Кенозерской впадине) по конкретным скважинам (скважины 9, 10) можно проследить увеличение минерализации: до глубины 50–60 м отмечены пресные воды хлоридно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные, ниже 100–200 м – хлоридно-сульфатные с минерализацией 2,6–4,7 г/дм³. С глубины 270 м в песчаниках вскрыты воды с минерализацией 13,1 г/дм³ (скв. 25) хлоридного натриевого состава. Уменьшение зоны пресных вод в Кенозерской впадине связано с разгрузкой здесь верхнедевонских вод, формирование которых обусловлено смешением сульфатных вод выщелачивания и хлоридных, поступающих из нижних горизонтов.

Кенозерская впадина настолько мощная зона разгрузки, что солоноватые воды здесь поднимаются до глубин 20–30 м и выявлены в четвертичных водоносных подразделениях, что отмечено по скважинам в деревнях Самково и Измайловская.

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 подземными водами основано главным образом на эксплуатации осташковского водно-ледникового и серпуховско-касимовского водоносных горизонтов. Запасы подземных вод в пределах листа не оценивались.

Водообильность зоны трещиноватости территории в целом невысокая. Большая часть территории относится к слабообводненной – модуль родникового стока составляет 0,01–

0,001 л/с на 1 км². Модуль ресурсного потенциала подземных вод для водоносных зон трещиноватости в целом оценен в пределах 0,1–0,5 л/с на 1 км². Для территории развития межморенных и верхнедевонских водоносных подразделений модуль ресурсного потенциала – 0,5–1,0 л/с на 1 км². Серпуховско-касимовский водоносный горизонт характеризуется модулем ресурсного потенциала – 1–2 л/с на 1 км² [3].

МИНЕРАЛЬНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Минеральные воды на рассматриваемой территории распространены в Кенозерской впадине. Здесь развита провинция сульфатных вод – это воды без специфических компонентов, лечебное действие которых определяется общим ионно-солевым составом. Здесь встречены мало- и среднеминерализованные воды с минерализацией от 2,3 до 4,7 г/дм³ сульфатные (SO₄) и хлоридно-сульфатные (Cl-SO₄) различного катионного состава, которые можно отнести к питьевым лечебно-столовым водам [6].

Проявления хлоридно-сульфатных вод, близких по составу Анапскому или Казанскому типам минеральных вод, отмечены в скважинах 10 (оз. Кенозеро) и 28 (оз. Долгое) в верхнедевонском водоносном комплексе, в интервалах глубин 87–159 и 51–99 м соответственно. Аналогичные воды вскрыты в долине р. Кена на глубине 196,5–223 м (скв. 9) в архейской водоносной зоне трещиноватости.

Хлоридные натриевые слабосоленоватые подземные воды относятся к минеральным лечебно-столовым водам. Вскрыты хлоридные натриевые воды с минерализацией 13 г/дм³ скв. 25 в котловине оз. Кенозеро на глубине 270,7–275,2 м. Данные воды применяются при расстройствах пищеварительной системы, улучшают обменные процессы в организме, секрецию желудка и пр.

В пределах Кенозерской впадины возможна постановка разведочных работ на поиски минеральных вод для розлива или использования в санаторно-курортном лечении.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Территория листа Р-37-ХV 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 85 до 230 м. Наименьшие из них приурочены к урезам озер, максимальные – к отрогам хр. Ветреный Пояс.

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

ЛАНДШАФТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Территория листа Р-37-ХV 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 экодинамических 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.

Все природные ландшафты рассматриваемой территории относятся к двум структурам, напрямую определяющим распространенность характерного комплекса ландшафтов: Русская платформа (южная и юго-восточная части листа) и Балтийский щит (северная и северо-западная части).

Область денудации занимает значительную часть листа Р-37-ХV. Выделяется денудационно-тектонический (1) ландшафт, образованный в результате неотектонических движений. Но преобладают структурно-денудационные (2) холмисто-грядовые, пластовые (куэстовые) участки рельефа, развитые на архейских и протерозойских магматических и вулканогенно-осадочных образованиях. Существенное распространение имеет структурно-денудационный рельеф субгоризонтально залегающих пород, развитый на всей площади карбонового плато. Эти области покрыты дерново-подзолистыми почвами с хвойными и смешанными лесами.

Область транспортировки представлена речными долинами (3). К ним относятся поймы, сложенные песками с прослоями суглинков, супесей, торфов, и русла рек, заполненные гравийно-галечными песками. В долинах произрастают лиственные и смешанные леса.

Область аккумуляции занимает значительную часть территории и представлена ледниково-озерными равнинами (4), сложенными мелкозернистыми песками, глинами, а также переслаиванием песков и глин. В пределах этой области отмечаются преимущественно смешанные

леса. Также область аккумуляции характеризуется развитием флювиогляциальных (5) равнин, сложенных гравийно-галечными песками и супесями с валунно-галечными прослоями и перекрытых подзолистыми почвами с произрастающими на них смешанными лесами. Ледниковый (6) ландшафт, сложенный плотными суглинками, с прослоями и линзами глинистых песков и супесей, с включением гравия, гальки и валунов кристаллических и карбонатных пород, также приурочен к зоне аккумуляции. На поверхности развиты хвойные и смешанные леса на дерново-подзолистых и подзолисто-глеевых почвах.

Экзогенные геологические процессы и объекты

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-рядового рельефа, где на крупных склонах формируют элювиально-делювиальные шлейфы, сложенные глыбами от 0,5 до 5 м, кристаллических пород. Осыпи занимают площади до нескольких десятков квадратных метров. Обвалы формируются вдоль берегов и на склонах долин наиболее крупных рек в результате их эрозионной деятельности (в масштабе схемы 1 : 500 000 не выделяются).

Процесс заболачивания получил 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.

Зоны проявления активного карста распространены в юго-восточной части площади, в области распространения карбонатных пород карбона, перекрытых четвертичными образованиями небольшой мощности.

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 высоко- и среднеустойчивым. К низкой степени устойчивости относятся многочисленные болотные массивы.

Проведено районирование, в результате которого выделены три группы площадей с различной степенью геохимической устойчивости ландшафтов к техногенному загрязнению.

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 выделены типы высокой, средней и малой устойчивости. Территории с высокой степенью устойчивости характеризуются скальными породами фундамента с высокой степенью закрепляемости поверхности растительностью (лесами). К территориям со средней устойчивостью отнесены участки ландшафтов, сложенные супесями и песками 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 слабофильтрующими и водоупорными породами. 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.

Разнообразии 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 (7), лесохозяйственный, транспортный, горнодобывающий. Факторами, определяющими экологическое состояние техногенных ландшафтов, являются природно-технические процессы, к которым относятся механическое воздействие и химическое загрязнение.

Селитебный ландшафт населенных пунктов. К населенным пунктам в пределах рассматриваемой территории относятся преимущественно села и деревни (10–600 человек). Большинство населенных пунктов электрифицированы, радиофицированы, имеют телефонную и телеграфную связи. Водоснабжение производится из рек, озер, колодцев, буровых скважин. На территории листа имеются брошенные населенные пункты, бараки, избы, используемые охотниками и рыбаками. В пределах ландшафтов населенных пунктов в значительной мере отмечается механическое воздействие, выражающееся в виде стройплощадок, свалок коммунальных отходов, нарушений почвенного покрова, химического загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, атмосферы.

Лесохозяйственный тип ландшафта неравномерно распространен на рассматриваемой территории и представляет собой площади вырубок с развитием на них лиственных лесов и заболачивания, деградацию почвенного покрова с активизацией эрозии, плоскостного смыва почв с уменьшением питания поверхностных и подземных вод.

Транспортный тип техногенного ландшафта. Дорожная сеть развита достаточно слабо. Присутствуют автомобильные дороги с твердым покрытием, гравийные и без покрытия. Проезжая часть дорог без покрытия бывает усилена добавками песка, гравия, щебня, на болотистых участках – деревянные настилы (гати). На территории развита сеть лесовозных автолестневых 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.

Территория ограничения хозяйственной деятельности. Рассматриваемая территория включает в себя площадь, имеющую статус особого природопользования. Это Кенозерский национальный парк, расположенный в юго-западной части листа Р-37-ХV.

Кенозерский национальный парк образован во исполнение Постановления Правительства РСФСР от 28 декабря 1991 г. № 84 «О создании национального парка «Кенозерский» Министерства экологии и природных ресурсов РСФСР в Архангельской области» с целью сохранения и восстановления особо ценных или типичных природных ландшафтов и их составных частей. В 2004 г. парк включен во Всемирную сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО. Территория включает в себя природные комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую и эстетическую ценность и предназначенные для использования в природоохранных, просветительских и рекреационных целях. Общая площадь национального парка составляет 141 354 га.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

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

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.

Загрязнение поверхностных вод в той или иной степени интенсивности проявляется на большей части рассматриваемой территории и несет как природный, так и техногенный харак-

тер. Основными загрязняющими веществами являются соединения Fe, Cu, Zn и трудноокисляемые органические вещества.

Минерализация болотных вод достигает 100 мг/дм^3 . По составу воды гидрокарбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые, содержат много органических веществ (до 5 мг/дм^3), железа (до $3,0\text{--}5,0$, иногда до 7 мг/дм^3), 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/дм^3 . Рассматриваемая территория характеризуется различными участками с достаточно контрастными значениями величины минерализации подземных вод. Так, минерализация вод в породах протерозоя не превышает $0,95 \text{ г/дм}^3$. В свою очередь, в породах архея и нижнего протерозоя минерализация подземных вод достигает $4,7 \text{ г/дм}^3$. Минерализация подземных вод в палеозойских породах в целом не превышает $0,6 \text{ г/дм}^3$, но встречается повышенная (до $2,6 \text{ г/дм}^3$ в верхнедевонских породах и до $1,5 \text{ г/дм}^3$ в каменноугольных).

По химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые или смешанные по катионам. Отмечается превышение железа (до $6,7 \text{ мг/дм}^3$) 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. 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, 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 относятся южная, юго-восточная части листа Р-37-ХV, включая Кенозерский национальный парк. Это малоосвоенные 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 малая (в основном северо-западная) часть листа Р-37-ХV. В качестве основного критерия здесь принята пораженность территории ведущим для нее экзогенным геологическим процессом – заболачиванием земель. Наблюдается также техногенное нарушение земель в результате сельскохозяйственных и лесозаготовительных работ.

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 ($20\text{--}50 \text{ м}$) 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-ХV, 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-ХV 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. 15 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.

В ходе работ значительно переработана стратиграфическая схема расчленения каменноугольных образований территории и приведена в соответствии с расчленением образований карбона в пределах смежных областей и межрегиональной стратиграфической схемы каменноугольных отложений территории Российской Федерации. Составлены необходимые дополнения для внесения в Карельскую серию легенд.

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, 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 ископае-

ных. Дана положительная оценка перспектив золотоносности территории. Дана отрицательная оценка перспектив алмазонасности территории.

Уточнены закономерности размещения месторождений полезных ископаемых, факторы и критерии их прогнозирования с локализацией перспективных площадей ранга минерагенических зон, рудных районов, узлов, 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-ХV 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. Расчленение разреза Сумозерско-Кенозерского ЗКП на ряд толщ произведен авторами на основе геологических данных предшествующих работ и по результатам изучения поведения петрогенных элементов в вулканитах. Для более корректного решения вопроса расчленения данного вулканического разреза требуются данные по редким и редкоземельным элементам.

2. 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.

3. 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, 1969. – 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. : Изд-во 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. *Ефремова Г. А.* Формационный анализ интрузий базит-гипербазитовых комплексов и их металлогеническая специализация. – 1988.
11. *Заскинд Е. С.* Разработать критерии оценки перспектив гипербазитового магматизма Токшинско-Волошовской зоны на сульфидные медно-никелевые руды. – 1991.
12. *Земная кора и металлогения юго-восточной части Балтийского щита.* – Л. : Наука, 1983. – 303 с.
13. *Зыков Д. С., Колодяжный С. Ю.* Признаки горизонтальных перемещений на юго-восточной оконечности Балтийского щита // *Геоморфология.* – 2007. – № 4. – С. 42–52.
14. *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).*
15. *Канев Г. В.* Благородные металлы Архангельской области. – 2006.
16. *Канев В. Г.* Радиоактивные элементы на территории восточной части Балтийского щита в пределах Архангельской области. – 2010.
17. *Карта новейшей тектоники Северной Евразии. Масштаб 1 : 5 000 000 / Ред. А. Ф. Грачев.* – ГУГК, 1997.
18. *Каячев Н. Ф.* Изучение петрографии, минералогии и геохимии пород зеленокаменных поясов Ветреного пояса (Токшо-Волошовская структура). – 1991.
19. *Корсакова М. А., Иванов Н. М.* и др. Легенда Карельской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. – ФГУ «ГФИ по СЗФО», 1998.
20. *Лаврова М. А.* Позднеледниковая и послеледниковая история Белого моря // *Неогеновые и четвертичные отложения Западной Сибири.* – М. : Наука, 1968. – С. 140–163.
21. *Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третьего поколения).* – СПб. : ВСЕГЕИ, 2009.
22. *Металлогенический кодекс России.* – М. : Геокарт-Геос, 2012.
23. *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.
24. *Основные положения по составлению серийных легенд Государственных гидрогеологических карт масштаба 1 : 200 000 и 1 : 1000 000.* – М. : МПР РФ, 2001.
25. *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.
26. *Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Архангельской области за 1965–1974 гг.; 1975–1978 гг.* – М., 1981, 1982.

27. Принципы гидрогеологической стратификации и районирования территории России. – МПР РФ, 1998.
28. 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.
29. Серебрякова Л. И. Тектоника, сейсмичность и скорости современных вертикальных движений земной коры на северо-западе Восточно-Европейской платформы // Геодезия и картография. – 2013.
30. Торфяные месторождения Архангельской области по состоянию на 1 января 1988 г. – М. : Торфгеология, 1990.
31. 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.
32. Corfu F., Hancher J. M., Hoskin P. W. O. et al. Atlas of zircon // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 2003. – Vol. 53. – Pp. 469–500.
33. Harley S. L., Kelly N. M., Möller A. Zircon behaviour and the thermal histories of mountain chains // Elements. – 2007. – Vol. 3. – Pp. 25–30.
34. 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.
35. 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.
36. McDonough W. F., Sun S.-S. The composition of the Earth // Chemical Geology. – 1995. – Vol. 120. – Pp. 223–253.
37. 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.
38. 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

39. Акаемов С. Т. и др. Отчет по теме: «Оценка бокситоносности СОБР и прогноз поисков бокситов на новых площадях (1980–1985 гг.). 1985.
40. Альбов Н. В. Отчет Кожеозерской геолгосъемочной партии за 1939 г., Архангельская область. 1941.
41. Анкудинов С. А. Отчет Шардозерской сейсморазведочной партии о региональных сейсмических работах в Онежском и Плесецком районах Архангельской области за 1972–1973 гг. – ЗГТ., 1974.
42. 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.
43. Беда В. А. Отчет о результатах работ Каргопольской гравиметровой партии за 1968–1969 гг. – ЗГТ, 1970.
44. Бережной А. Т. Отчет по теме Б.И.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. Васильева В. В. Составление карт поисковой изученности и размещения опозискованных площадей за 1989–1990 гг. Пояснительная записка по теме А.1.3/(5) за 1991 г. 1991.
48. Гезин А. Е. и др. Отчет о результатах работ Волошовской и Ундозерской партий за 1970 г. 1971.
49. 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 аэрофотосъемки и аэрогеофизики» (Ветреной пояс Архангельской обл., 1972–1975 гг.). – Аэрогеология КАЭ № 14, 1975.
50. 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.
51. 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 шита (Архангельская область)», проведенных в 2007–2010 гг. 2010.
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.И.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 Ветреный пояс (в пределах трапеций Р-37-I,II,III,IV). 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 : 25000 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 масштабов 1 : 200 000 и 1 : 500 000, проведенной Приозерной партией в Плесецком районе Архангельской области (лист Р-37-XV) 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. *Капишникова О. П.* Геологическое строение и полезные ископаемые Сезской площади. Отчет о проведении групповой геологической съемки масштаба 1 : 50 000 с общими поисками в пределах листов Р-37-66; 67-А-Б; 68-А; глубинного геологического картирования масштаба 1 : 200 000 в пределах листов Р-37-54-В,Г; 55-В,Г; 56-В; 66; 67-А,Б; 68-А за 1989–1994 гг. 1994.
65. *Каячев Н. Ф.* и др. Отчет о результатах комплексных геологических и геохимических работ для выяснения никеленосности Кенозерского массива (Ундошский отряд, 1981–1985 гг.). 1985.
66. *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.
67. *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.
68. *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.
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. *Копылов В. П.* Отчет о результатах геологической съемки масштаба 1 : 50 000 южной части Ветреного пояса (листы Р-37-38-А,в,г; Б-в,г,В,Г; Р-37-39-В,Г; Р-37-40-В,Г; Р-37-52-А,Б,В,Г; Р-37-64-А,Б). 1986.
72. *Куренной В. В., Барон В. А.* и др. Отчет по объекту: «Создание гидрогеологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000». – Зеленый : ВСЕГИНГЕО, 2008.
73. *Машкара А. М.* Информационный отчет о предварительных результатах геологоразведочных работ на площади «Ветреный Пояс» в 2001–2002 гг. 2002.
74. *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.
75. *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.
76. *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.
77. *Несмеянов О. Н.* Информационный геологический отчет о проведении геологического изучения – поисков и оценки коренных месторождений алмазов на Волошовской площади-1. 2011.
78. *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.
79. *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.
80. *Орлов Д. М.* Петрологический анализ базит-гипербазитовых комплексов Ветреного Пояса и продуктов их метаморфических изменений в связи с оценкой рудоносности Окончательный отчет по теме А.IV.2/310(6) 55-2-442 за 1981–1993 гг. 1983.
81. *Пекуров А. В.* и др. Отчет о геологосъемочных работах, проведенных Кожозерской партией в Онежском районе Архангельской области в 1955 г. 1956.
82. *Пестриков А. А.* ГДП-200 листов Р-37-IX, XV (Шардозерская площадь). Отчет по Гос. контракту № К.41.2014.005 от 26.02.14 г. 2016.

83. *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 Р₃. 1985.

84. *Полянина Е. С.* Информационный геологический отчет о проведении геологического изучения – поисков и оценки коренных месторождений алмазов на Токшинской площади-1. 2011.

85. *Пронькина Т. А.* Отчет о поисково-разведочных работах на пресные подземные воды для централизованного водоснабжения пос. Ундозеро Архангельской области. – ФГУ «ТФИ по Архангельской области». 1991.

86. *Самойлов В. И.* Отчет по поискам кимберлитовых тел на Посадской площади района Ветреного пояса за 1989–1991 гг. 1991.

87. *Селезнева Р.А.* Оценка региональных эксплуатационных запасов подземных вод Северо-Двинского артезианского бассейна в пределах Архангельской области. Отчет отряда подсчета запасов за 1982–1989 гг. 1989.

88. *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.

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

90. *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.

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

92. *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.

93. *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.

94. *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.

95. *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 полезных ископаемых
и закономерностей их размещения и карте четвертичных отложений листа Р-37-ХV
Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000**

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название месторождения	Тип (К – коренное, Ч – четвертичное)	Ранг объекта, состояние экс- плуатации	Номер по списку литературы
ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Твердые горючие ископаемые					
Торф					
III-2	1	Подвершкино (№ 1065)	Ч	ММ	30
III-2	2	Большое	Ч	МК	30
III-4	2	Подрубежный мох	Ч	ММ	30
III-4	3	У Пилюгинской фермы (№ 1690)	Ч	ММ	30
IV-2	1	Шадринское	Ч	ММ	30
IV-3	1	Болото Шагово	Ч	ММ	30
IV-3	2	Самково	Ч	ММ	30
IV-3	3	Коровинское	Ч	ММ	30
IV-4	3	Смена (№ 1078)	Ч	ММ	30
IV-4	4	Измайловское	Ч	ММ	30
IV-4	5	Корякино	Ч	ММ	30
IV-4	6	Кузьминское	Ч	ММ	30
IV-4	7	Гривы	Ч	ММ	30
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Цветные металлы					
Алюминий					
II-3	3	Треугольное	К	ММ	61
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ					
Строительные материалы					
Обломочные породы					
Песчано-гравийный материал					
I-4	1	Приозерное	Ч	МК	
II-2	7	Торосозерское	Ч	ММ	
II-2	8	Карминское	Ч	ММ	
Прочие ископаемые					
Глины палыгорскитовые					
III-3	1	Кармозерское	К	ММ	92

Примечание. МК – крупное месторождение, ММ – малое месторождение.

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

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола и потока	Тип объекта, краткая характеристика	Номер источника по списку литературы
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Черные металлы				
Железо				
II-1	2	Кочмозерское	П. В лейкократовых разностях габброидов содержание титаномагнетита колеблется от нескольких до 10–15 %, в меланократовых габбро и габбро-пироксенитах количество рудных минералов иногда достигает 30–40 %, чаще колеблется в пределах 7–28 %. По данным химического анализа, суммарные содержания окси и закиси железа в отмеченных рудопроявлениях колеблются в пределах 15,5–20,8 %, двуокиси титанита – 3,06–4,1 %	67
II-1	5	Западное	П. Титаномагнетитовая минерализация с максимальными ее концентрациями, зафиксированными в придонных пластовых телах габбро, в переходной зоне от габбро к пироксенитам	67
II-1	7	Разломное	П. Титаномагнетитовая минерализация приурочена к основным дифференциатам, причем максимальные ее концентрации фиксируются в придонных пластовых телах габбро, в переходной зоне от габбро к пироксенитам	67
II-2	6	Пескозерское	П. Титаномагнетитовая минерализация приурочена к основным дифференциатам, причем максимальные ее концентрации фиксируются в придонных пластовых телах габбро, в переходной зоне от габбро к пироксенитам	67
II-2	3	Кличпозерское	П. Титаномагнетитовая минерализация приурочена к основным дифференциатам, причем максимальные ее концентрации фиксируются в придонных пластовых телах габбро, в переходной зоне от габбро к пироксенитам	67
Хром				
II-3	2	007-1	ПМ. Проба, отобранная из образований ультраосновного массива комплекса Ветреного пояса с содержанием хрома 11400 г/т	82
Цветные металлы				
Медь				
II-2	5	Габозерское	П. Убогая гнездово-вкрапленная халькопирит-пиритовая минерализация прослежена в скв. 32 в инт. 67,5–86,0 м. Вниз по падению эта зона подсечена скв. 33 в инт. 107,6–132,5 м. Сульфидная минерализация халькопирит-пиритовым или пирит-халькопиритовыми агрегатами. Зона характеризуется низкими содержаниями серы (0,05–1 %). Максимальные ее содержания (1 %) отмечены в зоне сгущения гнездовой вкрапленности в скв. 33 (инт. 128,6–129,2 м). Содержание кобальта в оруденелой зоне 0,011–0,018 %	67
Цинк				
II-1	6	Токшинское	П. Оруденение имеет тонковкрапленный и гнездово-прожилковый характер. Рудные минералы представлены пиритом, сфалеритом, халькопиритом и галенитом, редко отмечаются борнит и халькозин. Содержание цинка колеблется в пределах сотых долей процента, на отдельных локальных участках мощностью от 1 до 10 м его содержание достигает нескольких десятых долей процента. Максимальная концентрация цинка – 2,95 % на 1 м мощности	67

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола и потока	Тип объекта, краткая характеристика	Номер источника по списку литературы
Н и к е л ь				
II-1	9	Островичное	П. Оруденение вскрыто скв. 207 (инт. 31–50 м) висячем эндоконтакте дайки с саамскими гнейсоамфиболитовым комплексом пород. Рудная минерализация представлена тонкой сыпью сульфидов (пирротин, пирит, редкий пентландит) и более поздним низкотемпературным пиритовым бластезом, который ассоциируется с прожилковой карбонатизацией. По данным геохимического анализа (штуфное опробование), содержание никеля в них – 0,4 %, серы – 0,45 %	67
III-1	4	Волошовское-I	П. Прогнозные ресурсы, подсчитанные по категории P ₂ до глубины 200 м по Северному массиву, составляют около 60 тыс. т никеля (Мияскин, 1974). Содержание никеля – от 0,13 до 2,16 %, содержание меди – до 0,63 %	67
III-1	6	Волошовское-II	П. Помимо убогой сингенетической вкрапленности сульфидов (скважины 3з, 13з, 144 м), тремя скважинами 65г, 144м, 051 прослежена ослабленная тектоническая зона с эпигенетической сульфидно-магнетитовой минерализацией вкрапленного типа. В скважинах отмечаются незначительных (0,6–3 м) по мощности сгущения магнетитовой и сульфидной минерализации, которые локализуются в зонах дробления, расланцевания с характерными для них процессами карбонатизации, оталькования, амфиболизации. Среднее содержание никеля в таких зонах колеблется от 0,22 до 0,38 %. Максимальные содержания никеля – 1,2 % на мощность 0,15 м, меди – 1,33 % на мощность 0,2 м	67
III-1	9	Волошовское-III	П. Оруденение приурочено к ослабленной тектонической зоне, оперяющей под острым углом протяженное разрывное нарушение, входящее в систему Волошского глубинного разлома. Рудная минерализация эпигенетического типа локализуется в тектонических переработанных амфиболитизированных, карбонатизированных, хлоритизированных породах, как правило, обрамленных ореолами сингенетической сульфидной вкрапленности. Рудные минералы представлены магнетитом, пиритом, халькопиритом, пентландитом. Среднее содержание никеля в зонах – 0,22–0,6 %. Максимальное его содержание – 2,16 % на мощность 0,5 м. Содержание меди колеблется в пределах 0,05–14,2 %	67
IV-1	3	Педручейское	ПМ. Выявлено в скв. 9, пробуренной в 1,5 км юго-восточнее оз. Бол. Педозеро. Рудная минерализация приурочена к зонам трещиноватости в метагаббро в виде тонких прожилков, пленок по трещинам и убогой вкрапленности в основной массе породы. Состав рудной ассоциации минералов: пирит, пирротин, редкий пентландит, еще реже – халькопирит. Содержание никеля в жиле – 0,3 %, меди и кобальта – 0,09 %	67
IV-1	6	Кенозерское	ПМ. Минерализация весьма убогая. Сульфиды приурочены к зонам метасоматических изменений пород. Рудные минералы представлены пиритом, пирротинном, хизлевудитом, миллеритом	67
А л ю м и н и й				
III-4	1	С-8	ПМ. Скв. 8 подсечен горизонт бокситоносных пород мощностью 3 м (121,0–124,0 м)	82
Благородные металлы				
З о л о т о				
I-3	1	Ершов 1	ПМ. Единичная проба золота с содержанием 0,1 г/т	51
I-3	2	Ершов 2	ПМ. Единичная проба золота с содержанием 0,15 г/т	51
II-1	3	Надвиговое	П. Рудопоявление вскрыто скв. 182. Проявления золота выявлены в инт. 35–39 м – 0,7–1 г/т и инт. 48–53 м – 0,7 г/т. Оруденение приурочено к прожилкам кварца, карбоната с сульфидной вкрапленностью	67
II-1	8	Выдрино	П. Рудопоявление вскрыто скв. 222. Повышенные содержания золота выявлены в инт. 27–31 м – 0,3 г/т; инт. 93–103 м – до 0,5 г/т; инт. 111,3–121,7 – до 0,5 г/т, инт. 146–151 м – 0,5 г/т. Золото приурочено к карбонат-кварцевым прожилкам и гнездам с включениями сульфидов	67
II-1	10	Высота 122,7	П. Рудопоявление вскрыто скв. 29. Повышенные содержания золота выявлены в инт. 48,0–59,2 м, средняя концентрация золота – 467 мг/т, максимальные концентрации – до 0,7 г/т на мощность 2 м	67

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола и потока	Тип объекта, краткая характеристика	Номер источника по списку литературы
II-2	1	Ершов 3	ВГХО. Геохимический ореол золота в рыхлых отложениях более 100 мг/т	51
II-2	2	Северное	П. Рудопоявление вскрыто скв. 036. Повышенные содержания золота выявлены в инт. 112–116 м, средняя концентрация золота – 135 мг/т, максимальные концентрации – до 0,2 г/т на мощность 2 м	67
II-2	4	Кипозерское	П. Рудопоявление вскрыто скв. 025. Повышенные содержания золота выявлены в инт. 63–68 м – 0,3 г/т; инт. 75–78,9 м – 0,1 г/т и приурочены к пачке измененных осадочных пород	67
II-3	1	Ершов 4	ВГХО. Геохимический ореол золота в рыхлых отложениях более 100 мг/т	51
III-1	1	Ершов 5	ПГХО. Геохимический ореол золота в коренных породах 30–49 мг/т	51
III-1	3	Вешкозерское	П. Рудопоявление вскрыто скв. 322. Повышенные содержания золота выявлены в инт. 57–58 м, достигают 2 г/т и приурочены к зоне карбонат-кварцевого прожилкования и сульфидизации	67
III-1	7	Нижне-Волошовское	П. Рудопоявление вскрыто скв. 351. По данным золото-спектрального анализа, повышенные содержания золота отмечаются в зоне эндоконтакта (инт. 60–62,2 м). Максимум его концентрации – 4 г/т	67
III-1	10	Юго-западное	П. Рудопоявление вскрыто скв. 3. Повышенные содержания золота выявлены в инт. 115–122 м, содержание золота (0,015–0,5 г/т) приурочено к зоне кварцевого прожилкования и убогой сульфидизации	67
III-1	11	Высота 176,8	П. Рудопоявление вскрыто скв. 4. Повышенное содержание золота выявлено в инт. 80–92,8 м – 0,3 г/т к зоне хлоритизации кварцевого прожилкования	67
IV-1	1	Мошкозерское	П. Рудопоявление вскрыто скв. 23. Повышенное содержание золота выявлено в инт. 72,6–89 м, средняя концентрация золота – 0,1 г/т, максимальные концентрации достигают 3 г/т	67
IV-1	2	Горня	П. Рудопоявление вскрыто скважинами 386 и 38в. Повышенные содержания золота отмечены в базальтах кенозерской толщи. Зона дробления залечена прожилками кварца, эпидота и кварц-карбонатного состава, присутствует убогая сульфидная вкрапленность. Концентрации золота в скв. 386 в инт. 66,6–76,6 м – 0,4–0,5 г/т	67
IV-1	4	Игнатозерское	П. Проявление вскрыто скважинами 06, 08, 09. Максимальные концентрации в скв. 06 на инт. 239–254,4 м – до 0,1 г/т	67
IV-1	5	Шапмозеро	П. Проявление вскрыто скв. 130. Золото встречено в инт. 95,2–100 м, концентрации – до 0,2 г/т	67
Серебро				
II-1	4	Кочминское	ПМ. Рудопоявление вскрыто скв. 200. Повышенные концентрации серебра приурочены к зоне окварцевания, хлоритизации, пиритизации, отмеченной в инт. 65,8–89,4 м в коматиитовом базальте первой подтолщи кенозерской толщи. Содержание серебра, по данным химического анализа, составляет 0,94–1,06 г/т. Максимальное содержание (2,81 г/т) отмечено в сульфидно-кварцевом прожилке мощностью 12 см. Содержание серы сульфидной 0,83–3,12 %	67
II-1	11	Нижнекочминское	ПМ. Проявление выявлено в скв. 229а. Зона убогой пиритовой минерализации. Содержание серебра в этом прожилке 10,1 г/т	67
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ				
Химическое сырье				
Сера				
III-1	2	Нюхчозерское	П. Рудопоявление вскрыто скв. 8235к. Рудная минерализация представлена пиритом, пирроотином. Содержание серы – от 27,1 до 31,96 %. Тип оруденения прожилковый и вкрапленно-прожилковый	67
III-1	5	Сирдомох	П. Рудопоявление вскрыто скв. 143. Рудная минерализация представлена пиритом с редким пирроотином, еще более редким халькопиритом. Тип прожилково- и гнездово-вкрапленный. Содержание сульфидов – от 1 до 15 %	67

Индекс клетки	Номер на карте	Вид полезного ископаемого и название проявления, пункта минерализации, ореола и потока	Тип объекта, краткая характеристика	Номер источника по списку литературы
III-1	8	Емельяниха	П. Рудопоявление вскрыто скв. 82г. Наиболее мощные оруденелые горизонты в интервалах 60,2–64,3, 179,2–180,9, 186–202,4 м. Рудная минерализация представлена пиритом и пирротином. Количество сульфидов – 2–25%. Тип оруденения вкрапленно-прожилковый	67
Горнотехническое сырье				
Асбест				
II-1	1	127э	ПМ. Асбестовые прожилки и тонкие глины приурочены и отмечены в интрузии гипербазитов в интервалах 81,7–83 и 179–181 м. В жилах мощностью до 30 см асбест продольно-волокнистый, в прожилках (мощность 1–3 см) – поперечно-волокнистый. Хризотил-асбест хорошо распушенный, длина волокон – 1–10 см, набухаемость – 9,42–9,43, кислоторастворимость – 85,5–87,5	67
II-1	12	054	ПМ. Асбестовая минерализация в скв. 054 также приурочена к гипербазитовой интрузии в интервалах 169,6–169,8 и 174,5–175 м. Минерализация в обоих интервалах представлена единичными прожилками мощностью около 5 см, ориентированных под острым углом к оси керна. Асбест средней разрушаемости. Длина волокон – до 5 см	67
Строительные материалы				
Карбонатные породы				
Известняк				
IV-4	1	Большая Сондола	П. По качеству известняки пригодны в металлургической промышленности в качестве флюсов	64
IV-4	2	Чурьега	П. Вскрыты желтовато-серые скрытокристаллические доломитизированные известняки подольского горизонта. По химическому составу они пригодны в качестве флюсов в металлургической промышленности	63
Прочие ископаемые				
Глины палыгорскитовые				
II-3	4	Сандольское	П. Вскрыто четырьмя скважинами (215, 214, 213, 4183-л), мощность проявления – от 1 до 3 м (средняя – 1,5 м). Площадь проявления – 4,0 км ² , ресурсы по P ₂ = 5,1 млн т	64
II-4	1	Гуменное	П. Вскрыто тремя скважинами (8027-т, 8028-т, 8029-т), мощность проявления – от 1,7 до 2,5 м (средняя – 2,1 м). Площадь проявления – 3,25 км ² , ресурсы по P ₂ = 5,8 млн т	64
II-4	2	Островичное	П. Вскрыто скв. 220. Мощность проявления – 1,5 м. Площадь проявления – 0,9 км ² , ресурсы по P ₂ = 1,1 млн т	64
III-3	2	Сарозерское	П. Вскрыто шестью скважинами (351, 355, 352, 353, 354, 278). Мощность проявления – от 1 до 6 м (средняя – 3,6 м). Площадь проявления – 57 км ² , ресурсы по P ₂ = 174,4 млн т	64
III-3	3	Октябрьское	П. Вскрыто двумя скважинами (272 и 271). Средняя мощность проявления – 3,4 м. Площадь проявления – 9,5 км ² , ресурсы по P ₂ = 27,5 млн т	64

Общая оценка минерально-сырьевого потенциала минерагенических подразделений на площади листа Р-37-ХV
(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 P			Данные об апробации
				C ₁	C ₂		P ₁	P ₂	P ₃	
1	1. Восточно-Карельская минерагеническая зона	Хром, никель, золото	2161							
2	1.1. Волошовско-Кенозерский золото-медно-никелевый рудный район	Золото	642						100 т	Протокол НРС территориального агентства по недропользованию от 10.11.2005 г.
		Никель							600 тыс. т*	
		Никель							700 тыс. т*	
3	1.1.1. Кенозерский (Волошовский) потенциальный узел	Золото	641						32,05 т	
4	2. Тихвинско-Онежская бокситоносная минерагеническая зона	Алюминий	1689							
5	2.1 Северо-Онежский железо-бокситовый рудный район	Алюминий	1689		5 млн т*					

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

*Авторские ресурсы.

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

№ п/п	Группа, подгруппа полезных ископаемых	Вид полезного ископаемого	Количество прогнозируемых объектов	Категория прогнозных ресурсов	Прогнозные ресурсы
1	Металлические Благородные металлы	Золото	1 рудный узел	Р ₃	32,05 т

**Список опорных обнажений, буровых скважин, показанных
на геологической карте дочетвертичных образований листа Р-37-ХV**

Номер клетки	Номер по карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
I-1	1	Опорное обнажение. Выходы слабобасальтованных базальтов в долине р. Вононга. Нижняя часть верхней подсвиты киричской свиты	[82], обн. 101
I-1	2	Опорное обнажение (коренной выход киричской свиты нижней подсвиты)	[82], обн. 105
I-1	3	Скважина глубиной 93,14 м, в инт. 26–93,14 м вскрывает разрез нижней подсвиты киричской свиты	[56], скв. 101
I-1	4	Опорное обнажение (коренной выход нижней подсвиты киричской свиты)	[82], обн. 106
I-1	5	Скважина глубиной 100,08 м вскрывает контакт между песчаниками верхней пачки нижней подсвиты и базальтами верхней подсвиты киричской свиты	[56], скв. 108
I-1	6	Скважина глубиной 97,45 м (с 12 м проходки скважины), вскрыта нижняя подсвита киричской свиты	[56], скв. 107
I-1	7	Опорное обнажение (коренной выход киричской свиты нижней подсвиты)	[82], обн. 425
II-1	9	Опорное обнажение (коренной выход плагиогранитов водлинского плутонно-метаморфического мигматит-плагиогранитового комплекса)	[82], обн. 013
II-1	10	Скважина глубиной 80,5 м, в инт. 10,8–80,5 м вскрыта нижняя подсвита киричской свиты	[61], скв. 13
II-4	11	Скважина глубиной 96,3 м. Контакт между базальтоидами верхней подсвиты киричской свиты и сланцами кохозерской свиты на глубине 85,4 м	[61], скв. 7
II-1	12	Скважина глубиной 96,9 м, в инт. 29,5–96,9 м вскрыта нижняя подсвита киричской свиты	[56], скв. 122
II-4	13	Скважина глубиной 11 м вскрывает породы верхней подсвиты киричской свиты	[61], скв. 8
II-4	14	Скважина глубиной 165 м вскрывает породы верхней подсвиты киричской свиты	[61], скв. 4
II-3	15	Скважина глубиной 79 м. Вскрыт протвинский горизонт мощностью 7 м, залегающий на выступе фундамента	[61], скв. 42
II-2	16	Скважина глубиной 85,5 м, вскрыта нижняя подсвита киричской свиты	[56], скв. 123
II-2	17	Скважина глубиной 65 м, вскрыта нижняя подсвита киричской свиты	[56], скв. 124
II-3	18	Скважина глубиной 75,05 м. Вскрыт визейский ярус, бокситовые породы; верхняя подсвита киричской свиты	[61], скв. 43
II-2	19	Скважина глубиной 116,8 м, в инт. 77–116,8 м вскрыта нижняя подсвита киричской свиты, представленная кварцитопесчаниками	[61], скв. 15
II-3	20	Скважина глубиной 41,8 м вскрывает породы верхней подсвиты киричской свиты	[61], скв. 45
II-3	21	Скважина глубиной 64,6 м вскрывает породы верхней подсвиты киричской свиты	[61], скв. 44
II-3	22	Скважина глубиной 160,5 м. Вскрыт визейский ярус, бокситовые породы	[61], скв. 1
II-4	23	Скважина глубиной 156,5 м. Вскрыт визейский ярус	[61], скв. 9
II-3	24	Скважина глубиной 117,3 м. Вскрыта иксинская свита визейского яруса, бокситовые породы	[61], скв. 39
II-3	25	Скважина глубиной 103,5 м. Вскрыта иксинская свита визейского яруса, бокситовые породы	[61], скв. 40

Номер клетки	Номер по карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
II-4	26	Скважина глубиной 113 м. Вскрыт визейский ярус, бокситовые породы	[61], скв. 38
II-3	27	Скважина глубиной 139,5 м. Вскрыт визейский ярус, отложения иксинской свиты, лядинской и марковской объединенных толщ	[61], скв. 46
II-3	28	Скважина глубиной 140,3 м. Вскрыт визейский ярус, отложения иксинской свиты, лядинской и марковской объединенных толщ	[61], скв. 23
III-3	29	Скважина глубиной 197,5 м. Вскрыты известняки зиновской свиты	[61], скв. 20
III-4	30	Скважина глубиной 208,5 м. Вскрыта максимальная мощность нижнего карбона, которая составляет 85,4 м; визейский ярус, отложения иксинской свиты, лядинской и марковской объединенных толщ	[61], скв. 37
III-4	31	Скважина глубиной 216,8 м. Отложения девона вскрыты на полную мощность – 92,8 м	[82], скв. 8
III-4	32	Скважина глубиной 208,2 м. Вскрыты подольский, мячковский горизонты на полную мощность	[61], скв. 21
IV-4	33	Опорное обнажение (известняки подольского горизонта)	[82], обн. 121
IV-3	34	Скважина глубиной 140,9 м. Разрез	[61], скв. 36
IV-4	35	Опорное обнажение (известняки подольского горизонта)	[82], обн. 119
IV-4	36	Скважина глубиной 223,7 м. Зафиксированы процессы выветривания и разрушения пород франского яруса	[61], скв. 34
IV-2	37	Скважина глубиной 306,5 м. Вскрыт разрез франского яруса	[61], скв. 25
IV-2	38	Скважина глубиной 208,35 м. Вскрыта максимальная мощность франского яруса – 101,5 м; серпуховский ярус	[61], скв. 10
I-3	8	Опорное обнажение. Осланцованные кварцевые габбро в урзе воды р. Ундоша	[82], обн. 1853

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

Номер клетки	Номер по карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
I-1	1	Скважина, 132 м, ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 7,5 м), флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 2,5 м) и ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 2,5 м)	[56]; скв. 102
I-1	2	Скважина, 100,08 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 5 м)	[56]; скв. 108
II-1	3	Скважина, 80,5 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта и ледниковые образования осташковского горизонта	[61]; скв. 13
II-2	4	Скважина, 116,8 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 3,5 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 2,5 м), озерные отложения ленинградского горизонта (мощностью 4,5 м), ледниковые образования подпорожского горизонта (мощностью 18,5 м), озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 2,5 м), ледниковые образования московского горизонта (мощностью 27,5 м) и аллювиальные отложения горкинского горизонта (мощностью 18 м)	[61]; скв. 15
II-2	5	Скважина, 51,5 м, вскрывает флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 2 м), ледниковые образования подпорожского горизонта (мощностью 3,4 м), озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 15,6 м) и морские отложения микулинского горизонта (11,5 м)	[61]; скв. 14
III-2	6	Скважина, 82,5 м, вскрывает флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 33 м), морские отложения московского горизонта (мощностью 8,3 м), флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 12,7 м), ледниково-озерные отложения московского горизонта (мощностью 2,2 м) и флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 1,2 м)	[61]; скв. 17
III-3	7	Скважина, 183,2 м, вскрывает флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 5,5 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 10,9 м) и ледниковые образования подпорожского горизонта (мощностью 8,6 м)	[64]; скв. 350
III-2	8	Скважина, 62,7 м, вскрывает озерные отложения (мощностью 1,5 м), флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 5,3 м), озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 25,2 м) и флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 9,7 м)	[61]; скв. 18
III-3	9	Скважина, 208 м, вскрывает флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 30 м), озерные отложения ленинградского горизонта (мощностью 6,8 м) и флювиогляциальные отложения подпорожского горизонта (мощностью 13,8 м)	[64]; скв. 355
III-2	10	Скважина, 81,7 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 10 м), ледниковые образования подпорожского горизонта (мощностью 19 м), морские отложения микулинского горизонта (мощностью 13,1 м) и флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 3,2 м)	[61]; скв. 35
III-1	11	Скважина, 136,1 м, вскрывает озерные отложения голоцена (мощностью 4,2 м), ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 13,8 м), флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 2 м), морские отложения микулинского горизонта (мощностью 25,5 м) и флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 37 м)	[61]; скв. 24
III-3	12	Скважина, 135 м, вскрывает ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 11 м), озерные отложения ленинградского горизонта (мощностью 5 м), флювиогляциальные отложения подпорожского горизонта (мощностью 4 м) и ледниково-озерные отложения подпорожского горизонта (мощностью 6,5 м)	[64]; скв. 278

Номер клетки	Номер по карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
III-3	13	Скважина, 190 м, вскрывает флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 1 метр), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 5 м), ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 9,6 м), озерные отложения ленинградского горизонта (мощностью 1,9 м) и флювиогляциальные отложения подпорожского горизонта (мощностью 10,5 м)	[64]; скв. 277
III-3	14	Скважина, 142,65 м, вскрывает аллювиальные отложения голоцена (мощностью 2,45 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 14 м), флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 1,55 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 8,85 м), озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 4,75 м), морские и озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 22,65 м) и ледниковые образования московского горизонта (мощностью 23,85 м)	[61]; скв. 22
III-3	15	Скважина, 102 м, вскрывает ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 13,5 м)	[64]; скв. 272
IV-3	17	Скважина, 180 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 1 м), ледниковые образования осташковского горизонта, ледниково-озерные отложения подпорожского горизонта, ледниковые отложения подпорожского горизонта, флювиогляциальные отложения московского горизонта, озеро-аллювиальные отложения горкинского горизонта, ледниково-озерные отложения днепровского горизонта, ледниковые образования днепровского горизонта, озерные и аллювиальные отложения лихвинского горизонта, флювиогляциальные отложения окского горизонта, ледниковые образования окского горизонта, озерные, озерно-аллювиальные и аллювиальные отложения свирского горизонта и аллювиальные нерасчлененные отложения, предположительно, неоген-четвертичного возраста (мощностью 1 м)	[64]; скв. 274
IV-3	16	Скважина, 78 м, вскрывает ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 8,4 м)	[64]; скв. 270
IV-1	18	Скважина, 105 м, вскрывает озерные отложения голоцена (мощностью 7 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 6,5 м), флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 8,1 м), морские отложения микулинского горизонта (мощностью 17,6 м) и флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 10,1 м)	[61]; скв. 28
IV-3	19	Скважина, 123 м, вскрывает ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 4,6 м), флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 5,4 м), озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 10 м), ледниковые образования московского горизонта (мощностью 5 м), флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 3 м), ледниково-озерные отложения московского горизонта (мощностью 1,7 м), ледниковые образования московского горизонта (мощностью 19 м), ледниково-озерные отложения московского горизонта (мощностью 12,2 м), флювиогляциальные отложения днепровского горизонта (мощностью 16,1 м), ледниково-озерные отложения лихвинского горизонта (мощностью 28 м), флювиогляциальные отложения окского горизонта (мощностью 6,6 м)	[61]; скв. 47
IV-3	20	Скважина, 140,9 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 6,5 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 6,1 м), флювиогляциальные отложения подпорожского горизонта, озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 11,4 м), флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 4,7 м), ледниковые образования московского горизонта (мощностью 28,35 м), флювиогляциальные отложения днепровского горизонта (мощностью 4,25 м), ледниковые образования днепровского горизонта (мощностью 38 м), озерные отложения лихвинского горизонта (мощностью 20,95 м), флювиогляциальные отложения окского горизонта (мощностью 18,65 м)	[61]; скв. 36

Номер клетки	Номер по карте	Характеристика объекта	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
IV-3	21	Скважина, 186 м, вскрывает ледниково-озерные отложения осташковского горизонта (мощностью 3,3 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 8,05 м), ледниково-озерные отложения подпорожского горизонта (мощностью 13,5 м), ледниковые образования подпорожского горизонта (мощностью 4,85 м), флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 4,7 м), ледниковые образования московского горизонта (мощностью 13 м), флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 16,55 м), озерные отложения горкинского горизонта (мощностью 19,5 м), ледниково-озерные отложения днепровского горизонта (мощностью 2,25 м), ледниковые образования днепровского горизонта (мощностью 33,4 м), озерно-аллювиальные отложения ливинского горизонта (мощностью 4 м), флювиогляциальные отложения окского горизонта (мощностью 7,85 м), ледниковые образования окского горизонта (мощностью 18,55 м), озерные, аллювиальные, озерно-аллювиальные отложения свирского горизонта (мощностью 36,55 м)	[61]; скв. 26
IV-4	22	Скважина, 223,7 м, вскрывает аллювиальные отложения голоцена (мощностью 0,7 м), флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (мощностью 1,7 м), ледниковые образования осташковского горизонта (мощностью 1,9 м), флювиогляциальные отложения подпорожского горизонта (мощностью 3,7 м), ледниковые образования подпорожского горизонта (мощностью 3,5 м), озерные отложения микулинского горизонта (мощностью 18 м), морские отложения микулинского горизонта (мощностью 14 м), флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 15 м), ледниковые образования московского горизонта (мощностью 2 м), флювиогляциальные отложения московского горизонта (мощностью 5,7 м), озерные отложения горкинского горизонта (мощностью 23,1 м), ледниковые образования днепровского горизонта (мощностью 19,4 м)	[61]; скв. 34

**Список пунктов, для которых имеются определения возраста пород, показанных
на геологической карте листа Р-37-ХV**

Номер по карте	Наименование геологического подразделения	Материал для определения	Метод определения	Возраст	Номер источника по списку литературы, авторский номер объекта
1	Плагиограниты водлинского комплекса	Цирконы	U-Pb	2958 ± 5,9 млн лет	[82], обн. 013
2	Плагиограниты водлинского комплекса	Цирконы	U-Pb	2863 ± 6 млн лет	[82], скв. 8
	Кварцевые габбро	Цирконы	U-Pb	1763 ± 5,3 млн лет 1820 ± 37 млн лет 2775 ± 19 млн лет	[82], обн. 1853

Петрогеохимическая характеристика стратифицированных образований

Свита	Киричская									
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номер пр.	1857	1880	1886	78	83	84	101	111-1	225	404
SiO ₂	52,4	50,3	51,9	51,1	52,6	54	51,7	54,9	54,2	50,8
Al ₂ O ₃	14,5	12,4	13	15,6	14,1	13,1	12,4	13,2	14,4	10,3
TiO ₂	1,08	0,7	0,76	0,88	1,3	1,13	0,67	0,95	0,74	0,57
Fe ₂ O ₃	11,7	11	10,8	10,8	13,1	12,4	10,4	10,1	9,94	10,9
MnO	0,22	0,21	0,19	0,16	0,2	0,22	0,17	0,2	0,17	0,2
MgO	6,12	11,5	8,58	6,39	5,45	4,88	10	6,86	5,9	12,5
CaO	7,89	8,13	10,3	9,04	7,15	8,28	9,76	7,45	8,46	10,3
Na ₂ O	2,97	2,51	1,44	3,94	4,44	4,44	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	0,09	0,66
P ₂ O ₅	0,12	0,079	0,078	0,12	0,13	0,12	0,068	0,13	0,1	0,068
ппп	2,4	2,76	2,24	2,09	1,67	1,41	2,17	1,6	1,4	2,4
Сумма	99,99	99,85	100,03	100,17	100,3	100,21	101,9	99,89	99,84	103,14
Микроэлементы, в г/т										
La	–	10,4	8,96	11,3	8,67	15,4	8,15	7,34	10,3	6,62
Ce	–	22	18,3	22	18,6	32,1	16,2	17,3	21,3	13,2
Pr	–	2,85	2,44	2,79	2,55	3,97	1,99	2,22	2,79	1,68
Nd	–	10,9	10,63	11,07	10,8	16,34	8,11	9,54	12,3	6,75
Sm	–	2,05	2,15	2,31	2,56	3,27	1,76	2,34	2,42	1,82
Eu	–	0,81	0,66	0,8	0,94	1,15	0,63	0,54	0,74	0,62
Gd	–	2,28	2,85	2,62	3,06	3,62	1,98	2,46	2,27	1,63
Tb	–	0,41	0,45	0,38	0,51	0,56	0,34	0,41	0,35	0,3
Dy	–	2,58	2,81	2,6	3,66	3,57	2,19	2,61	2,34	1,88
Ho	–	0,53	0,58	0,52	0,74	0,72	0,42	0,55	0,5	0,36
Er	–	1,35	1,62	1,41	2,04	1,93	1,13	1,53	1,27	0,98
Tm	–	0,19	0,24	0,21	0,3	0,29	0,17	0,22	0,18	0,14
Yb	–	1,24	1,4	1,4	2	2,01	1,23	1,6	1,38	0,95
Lu	–	0,21	0,19	0,2	0,31	0,3	0,19	0,24	0,2	0,16
Cr	–	827	430	203	85,6	84,5	506	295	42,9	886
Cu	–	20,1	45,3	–	–	–	–	–	–	–
Ga	–	13,4	13,4	14,6	13,6	15,1	12,9	8,85	12,8	10,3
Ge	–	1,07	0,73	1,67	1,23	1,55	1,54	1,25	1,25	1,43
Rb	–	5,33	20,6	< 2	5,88	3,56	3,3	< 2	< 2	14,5
Sr	–	255	298	282	146	332	305	82,3	246	117
Y	–	14,1	17,2	15,1	21,2	19,6	12,8	14,4	12,7	10,8
Zr	–	59,4	67,9	94,2	90,3	80,2	59,6	91,5	76,6	53,8
Nb	–	2,5	2,75	3,02	4,07	3,75	2,01	3,23	2,92	2,05
Ba	–	136	229	11,5	41,3	98,9	57,5	43,1	32,5	247
Hf	–	1,5	1,9	2,23	2,62	2,18	1,67	2,57	2,13	1,28
Ta	–	0,17	0,24	0,19	0,33	0,28	0,14	0,21	0,21	0,13

Свита	Киричская					Кожозерская				
№ п/п	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Номер пр.	405	406	851	886	913	915	1231	1235	1236	4-56,3
SiO ₂	52,4	52,5	49,1	51,2	53,7	47,2	52,7	49,4	47,1	38,5
Al ₂ O ₃	13	14,1	10,2	12,6	14,7	16,4	15,8	18,2	14,5	4,33
TiO ₂	0,68	0,8	0,57	0,62	0,75	0,83	0,36	0,26	1,78	0,21
Fe ₂ O ₃	10,4	10,9	11,2	10,3	9,44	11	7,74	6,14	15	2,62
MnO	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17	0,19	0,18	0,15	0,2	0,1
MgO	8,41	6,52	15,4	10,8	6,45	8,55	8,06	9,98	6,87	17,3
CaO	10,3	10,2	8,55	9,22	9,96	10,7	10,1	7,46	8,7	23,8
Na ₂ O	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	2,1	2,93	2,22	0,63
K ₂ O	0,66	0,52	0,4	0,3	0,022	0,35	0,67	1,24	0,14	1,18
P ₂ O ₅	0,074	0,087	0,056	0,08	0,084	0,087	< 0,05	< 0,05	0,26	0,067
ппп	2,36	1,92	3,32	2,58	2,25	3,34	2,25	3,85	3,06	11,5
Сумма	102,89	102,16	103,42	102,3	101,97	103,09	99,9	99,6	99,8	100
Микроэлементы, в г/т										
La	8,6	9,54	4,24	8,73	8,92	9,65	–	–	–	–
Ce	17,4	19,1	10,2	18,7	18,9	21,1	–	–	–	–
Pr	2,24	2,43	1,4	2,28	2,4	2,67	–	–	–	–
Nd	9,24	9,87	5,84	9,59	10,4	11,1	–	–	–	–
Sm	2,15	2,09	1,53	1,97	2,27	2,25	–	–	–	–
Eu	0,7	0,72	0,3	0,55	0,69	0,67	–	–	–	–
Gd	2,15	2,32	1,53	2,12	2,12	2,39	–	–	–	–
Tb	0,36	0,37	0,28	0,34	0,38	0,42	–	–	–	–
Dy	2,18	2,51	1,7	2,13	2,43	2,74	–	–	–	–
Ho	0,45	0,5	0,34	0,41	0,49	0,56	–	–	–	–
Er	1,25	1,38	0,93	1,17	1,32	1,54	–	–	–	–
Tm	0,18	0,19	0,13	0,17	0,19	0,23	–	–	–	–
Yb	1,2	1,24	0,91	1,09	1,2	1,46	–	–	–	–
Lu	0,16	0,22	0,15	0,17	0,19	0,21	–	–	–	–
Cr	356	276	2990	614	117	188	–	–	–	–
Cu	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ga	12	13,1	9,05	11,8	12,2	12	–	–	–	–
Ge	1,81	1,45	1,14	1,59	1,28	1,54	–	–	–	–
Rb	13,3	11,8	7,92	6,54	< 2	8,48	–	–	–	–
Sr	187	222	44,7	187	189	126	–	–	–	–
Y	12,2	14,3	9,4	11,9	13,6	14,9	–	–	–	–
Zr	67	67,8	51	67,3	68,4	156	–	–	–	–
Nb	2,44	2,86	1,94	2,41	3,04	4,05	–	–	–	–
Ba	185	211	137	82,1	49,7	227	–	–	–	–
Hf	1,7	2,02	1,31	1,69	1,7	3,43	–	–	–	–
Ta	0,21	0,18	0,11	0,19	0,22	0,29	–	–	–	–

Свита	Кожозерская									
№ п/п	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номер пр.	4-76	4-79	4-82	4-61,2	4-50,6	4-58,2	3-65	3-41,8	3-83,3	3-73,8
SiO ₂	40	41,9	37,9	27,6	40,5	34,9	55,9	54,3	56,2	56
Al ₂ O ₃	10,3	3,89	4,91	3,4	6,7	6,4	15,4	14,9	14,8	15
TiO ₂	1,02	0,25	0,42	0,19	0,31	0,46	1,1	1,12	1,13	1,08
Fe ₂ O ₃	7,06	3,48	4,74	2,12	3,84	3,81	9,76	9,61	9,62	9,66
MnO	0,27	0,19	0,28	0,1	0,21	0,18	0,1	0,11	0,11	0,11
MgO	9,69	11,7	12	17,8	13,4	19,4	4,51	5,83	4,9	4,92
CaO	19,6	27,5	23,8	26,7	21,8	17,9	3,96	3,24	3,45	3,87
Na ₂ O	1,67	1,15	1,17	0,49	1,53	0,5	3,88	3,51	3,37	3,9
K ₂ O	2,22	0,49	1,27	0,17	1,28	1,35	1,77	2,18	2,12	1,21
P ₂ O ₅	0,21	0,11	1,33	0,074	0,093	0,093	0,13	0,15	0,15	0,14
ппп	7,91	9,55	12,3	21,4	10,5	14,9	3,46	5,09	4,15	4,28
Сумма	100	100	100	100	100	99,9	99,9	100	100	100

Свита	Кожозерская								Виленгская	
№ п/п	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Номер пр.	3-53	3-71,3	2-49,3	2-73,2	2-45,8	2-9,5	2-14,9	2430-1	1013	1014
SiO ₂	56,7	54,7	63	52	52,9	52,4	50,3	65,8	60,2	58
Al ₂ O ₃	15	16,3	18,1	14,1	14,6	13,5	13,3	12,2	15,7	15,6
TiO ₂	1,09	1,17	1	1,05	0,84	0,76	0,8	0,83	0,93	0,78
Fe ₂ O ₃	9,52	10,2	4,14	11	9,88	9,37	10,2	6,63	9,74	7,66
MnO	0,1	0,098	0,042	0,17	0,15	0,16	0,17	0,12	0,14	0,25
MgO	4,45	5,33	2,26	5,87	6,63	8,17	8,56	1,37	4,14	3,77
CaO	4,15	2,94	1,04	9,77	9,91	10,6	11,7	3,83	3,3	11,3
Na ₂ O	3,7	4,01	3,5	3,1	2,26	2,3	2,24	4,65	2,62	1,04
K ₂ O	1,9	1,84	4,28	0,11	0,16	0,23	0,2	1,66	1,99	0,25
P ₂ O ₅	0,14	0,15	0,1	0,12	0,12	0,11	0,11	0,13	0,11	0,1
ппп	3,2	3,32	2,54	2,8	2,56	2,31	2,48	2,81	0,82	1,1
Сумма	99,9	100	100	100	100	100	100	100	99,7	99,8

Микроэлементы не определяются

Свита	Виленгская									
№ п/п	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Номер пр.	1015	1024-3	1029	1030	1031	6-38,3	6-19,3	6-70	6-58,2	6-61,5
SiO ₂	62,6	57,7	57,3	63	53,3	71	62,3	59	59	60
Al ₂ O ₃	15,2	19,9	16,9	14,5	15	6,53	13,5	14,5	13,7	13,8
TiO ₂	0,74	1,13	1,07	0,76	0,92	0,35	0,71	1,03	0,98	1,01
Fe ₂ O ₃	8,03	8,07	10,1	7,89	9,3	5,12	7,01	9,5	9,38	9,48
MnO	0,13	0,076	0,2	0,15	0,38	0,097	0,1	0,11	0,11	0,13
MgO	3,63	3,21	4,24	4,01	4,81	2,5	3,98	4,83	4,31	4,62
CaO	5,95	3,95	5,81	7,35	14,5	6,21	3,39	3,57	4,07	3,86
Na ₂ O	2,09	2,23	1,39	1,53	0,81	1,78	3,85	3,87	3,45	3,38
K ₂ O	0,85	1,49	1,92	0,23	0,24	0,74	1,48	1,21	2,15	1,35
P ₂ O ₅	0,09	0,12	0,12	0,1	0,11	0,061	0,11	0,15	0,15	0,14
ппп	0,55	2,01	0,94	0,27	0,72	5,75	3,54	2,25	2,69	2,37
Сумма	99,8	99,9	100	99,8	100	100	100	100	100	100
Свита	Виленгская									
№ п/п	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Номер пр.	6-50,7	6-47,5	6-85	6-78	6-76	7-59,4	7-30,5	7-48	7-36,5	7-84,7
SiO ₂	57	58,4	56,1	53,4	67,8	58,2	57	57,9	57,9	58,5
Al ₂ O ₃	14,1	14,3	15,3	7,82	10	19,3	18,8	19,1	18,9	19,9
TiO ₂	1,18	1	0,97	0,53	0,54	1,18	1,09	1,09	1,09	1,18
Fe ₂ O ₃	10,4	9,8	10,2	7,51	5,98	6,7	8,28	7,34	7,24	6,52
MnO	0,13	0,12	0,12	0,21	0,093	0,066	0,069	0,065	0,07	0,058
MgO	4,95	4,39	4,58	3,22	2,35	3,11	3,51	3,27	3,27	2,65
CaO	5,1	5,39	4,1	13,7	5,56	3,09	3,54	3,6	3,91	3,13
Na ₂ O	3,6	3,15	4,06	1,57	2,69	3,29	2,53	2,49	3,1	2,48
K ₂ O	2,09	2,04	1,56	0,94	1,46	1,83	1,58	1,82	1,42	2,26
P ₂ O ₅	0,16	0,14	0,13	0,11	0,11	0,13	0,14	0,11	0,11	0,11
ппп	1,29	1,23	2,81	11,1	3,44	3,14	3,4	3,31	2,93	3,17
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Микроэлементы не определяются										

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Геологическая изученность	6
Стратиграфия	17
Метаморфические и интрузивные образования	52
Тектоника	69
История геологического развития	73
Геоморфология	77
Полезные ископаемые	82
Закономерности размещения полезных ископаемых и оценка перспектив района	90
Гидрогеология	94
Эколого-геологическая обстановка	107
Заключение	111
Список литературы	113
<i>Приложение 1.</i> Список месторождений полезных ископаемых, показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения и карте четвертичных отложений листа Р-37-ХV Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000.....	117
<i>Приложение 2.</i> Список проявлений (П), пунктов минерализации (ПМ) полезных ископаемых, первичных геохимических ореолов (ПГХО), показанных на карте полезных ископаемых и закономерностей их размещения листа Р-37-ХV Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000	118
<i>Приложение 3.</i> Общая оценка минерально-сырьевого потенциала минерагенических подразделений	122
<i>Приложение 4.</i> Сводная таблица прогнозных ресурсов полезных ископаемых	123
<i>Приложение 5.</i> Список опорных обнажений, буровых скважин, показанных на геологической карте дочетвертичных образований	124
<i>Приложение 6.</i> Список скважин, показанных на геологической карте четвертичных образований	126
<i>Приложение 7.</i> Список пунктов, для которых имеются определения возраста пород, показанных на геологической карте	129
<i>Приложение 8.</i> Петрогеохимическая характеристика стратифицированных образований	130

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-ХV (Поча)

Объяснительная записка

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

Подписано к использованию 04.10.2023. Тираж 100 дисков. Объем 7 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 978-5-00193-418-9



9 785001 934189