Министерство Природных Ресурсов Российской Федерации
Северо-Западное Государственное Геологическое Предприятие
"Севзапгеология"

В.А. Коровкин, Л.В. Турылева, Д.Г. Руденко,
В.А. Журавлев, Г.Н. Ключникова

НЕДРА СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Санкт-Петербург, 2003

Ministry of Natural Resources of Russian Federation
Northwest State Geological Enterprise
"Sevzapgeologia"

V.A. Korovkin, L.V. Turyleva, D.G. Rudenko,
V.A. Juravlev, G.N. Kluchnikova

MINERAL RESOURCES OF THE NORTHWEST RUSSIAN FEDERATION

Saint-Petersburg, 2003

УДК 553 (470.2)

Недра Северо-Запада Российской Федерации. В.А. Коровкин, Л.В. Турылева, Д.Г. Руденко, В.А. Журавлев, Г.Н. Ключникова (ГГП "Севзапгеология"). Санкт-Петербург, изд. "ВСЕГЕИ", 2003. - с.

Монография "Недра Северо-Запада Российской Федерации" состоит из текста с каталогом и прогнозно-минерагенической карты масштаба 1:2 500 000.

В тексте приводятся данные о геологическом строении от Атлантического побережья Норвегии на западе до Полярного Урала включительно на востоке. Освещается сырьевая база региона. Подробно описаны все месторождения и важнейшие рудопроявления более чем 30 основных видов полезных ископаемых.

На прогнозно-минерагенической карте на геологической основе проведены минерагенические зоны, рудные районы, узлы и поля. Также вынесены все месторождения, а для Российской части и важнейшие рудопроявления. Монография рассчитана на широкий круг геологов, преподавателей и студентов геологических ВУЗов, планирующие органы, проектные организации, главные управления природных ресурсов и охраны окружающей среды субъектов РФ.

Недра Северо-Запада Российской Федерации. В.А. Коровкин, Л.В. Турылева, Д.Г. Руденко, В.А. Журавлев, Г.Н. Ключникова (ГГП "Севзапгеология"). Санкт-Петербург, изд. "ВСЕГЕИ", 2003. - с.

Монография "Недра Северо-Запада Российской Федерации" состоит из текста с каталогом и прогнозно-минерагенической карты масштаба 1:2 500 000.

В тексте приводятся данные о геологическом строении огромной территории от Атлантического побережья Норвегии на западе до Полярного Урала включительно на востоке. Очень детально освещается сырьевая база региона. Подробно описаны все месторождения и важнейшие рудопроявления более чем 30 основных видов полезных ископаемых, которые определяют экономику Северо-Запада России, а некоторые виды сырья и всей России в целом, а также экономику Финляндии, Швеции и Норвегии. Отражены представления авторов о региональных закономерностях распространения полезных ископаемых и дано минерагеническое районирование региона. Для Российской территории приведены сведения о перспективах развития минерально-сырьевой базы, о направлении дальнейших геологоразведочных работ и о прогнозных ресурсах.

На прогнозно-минерагенической карте на геологической основе проведены минерагенические зоны, рудные районы, узлы и поля. Также вынесены все месторождения, а для Российской части и важнейшие рудопроявления. Номера их на карте соответствуют номерам в каталоге.

В каталоге для каждого объекта приводится геолого-промышленный тип, среднее содержание, запасы и прогнозные ресурсы. Для Российской части в каталоге 383 наименований, для западной Фенноскандии – 165.

Монография рассчитана на широкий круг геологов, преподавателей и студентов геологических ВУЗов, планирующие органы, проектные организации, главные управления природных ресурсов и охраны окружающей среды субъектов Российской Федерации.

Табл. , ил. , лит .

Редактор – кандидат г-м.н, Якобсон К.Э. ("ВСЕГЕИ").
Рецензент – доктор г-м.н, профессор Богданов Ю.В. ("ВСЕГЕИ").

Mineral Resources of the Northwest Russian Federation. V.A. Korovkin, L.V. Turyleva, D.G. Rudenko, V.A. Juravlev, G.N. Kluchnikova. (NW SGE "Sevzapgeologia"). Saint Petersburg, published by "VSEGEI", 2003. - p.

The monograph "Mineral Resources of the Northwest Russian Federation" consists of a text with a catalogue of mineral deposits and a prognosis-mineragenetic map in 1:2 500 000 scale.

In the text there are a data of geological structures of a huge territory, extending from the Norwegian Atlantic seacoast on the west to the Arctic Ural on the east. A raw materials base of the region is elucidated in detail. All deposits and considerable ore occurrences are described circumstantially. They embody more than 30 kinds of principal minerals, which are very important for Northwest Russian economy, as well as for economy of Finland, Sweden and Norway. Some kinds of those minerals are important for Russian economy on the whole. The monograph submits authors' representations about regional regularity spreading of mineral deposits and mineragenetic zonation of the region. For Russian territory the monograph adduces data about perspectives of raw materials base development, directions of further explorations and prognosis resources.

On the base of geological data mineragenetic zones, ore regions, districts and fields are plotted on the prognosis-mineragenetic map. On the map all deposits are plotted, including main occurrences for Russian territory. Deposit numbers correspond to numbers in the catalogue.

There are a geologic-industrial type, an average content, reserves and resources in the catalogue. The catalogue includes 383 items for Russia and 165 items for West Fennoscandia.

The monograph is designed for many geologists, teachers and students, planning and project organizations, main natural resources and environment offices of the Russian Federation subdivisions.

Tabl. , il. , lit. .

Editor – Ph.D, Jakobson K.E. ("VSEGEI").
Reviewer – Ph.D, professor Bogdanov J.V. ("VSEGEI".

Оглавление

Введение……..стр.
1. Особенности геологического строения Северо-Западного региона России и зарубежной Фенноскании……стр.
1.1. Фенноскандинавсий щит…… стр.
1.1.1. Восточная часть (Карело-Кольский регион)……..стр.
1.1.2. Западная часть (Финляндия, Швеция, Норвегия)……..стр.
1.2. Север Русской плиты……стр.
1.3. Тимано-Печорская платформа……стр.
1.4. Урало-Пайхойская складчатая область…….стр.
2. Региональные закономерности размещения полезных ископаемых…….стр.
3. Минерально-сырьевая база региона……..стр.
3.1. Состояние активных балансовых запасов эксплуатируемых и разведанных месторождений…….стр.
3.1.1. Черные металлы (железные и марганцевые руды, хромиты, титан)….стр.
3.1.2. Цветные металлы (никель и медь, бокситы, нефелин)……стр.
3.1.3. Редкие металлы (литий, цирконий, ванадий, тантал, ниобий, редкие земли и иттрий, стронций)……..стр.
3.1.4. Золото……стр.
3.1.5. Неметаллы (апатит, фосфориты, барит, слюда-мусковит, кианит, каолины и тугоплавкие глины, стекольные и формовочные пески, каменная соль, янтарь)…….стр.
3.1.6. Элементы-примеси……...стр.
3.2. Месторождения с неактивными запасами (не планирующиеся к освоению)……стр.
3.3. Описание важнейших месторождений западной части Фенноскандии….стр.
3.3.1. Финляндия……..стр.
3.3.2. Швеция……стр.
3.3.3. Норвегия…….стр.
4. Перспективы развития МСБ Северо-Западного региона России и состояние прогнозных ресурсов…….стр
4.1.Железные руды……..стр.
4.2. Марганцевые руды……стр.
4.3. Хромитовые руды……..стр.

4.4. Титан, ванадий……стр.
4.5. Никель……стр.
4.6. Медь ……..стр.
4.7. Полиметаллы……стр.
4.8. Молибден и вольфрам……..стр.
4.9. Бокситы……..стр.
4.10. Редкие металлы……стр.
4.11. Золото……стр.
4.12. Платина……стр.
4.13. Алмазы……..стр.
4.14. Фосфориты……стр.
4.15. Барит……..стр.
4.16. Асбест……стр.
4.17. Слюда-мусковит……стр.
4.18. Тальк……..стр.
4.19. Графит……стр.
4.20. Цеолиты……стр.
4.21. Огнеупорные и тугоплавкие глины…….стр.
4.22. Бентонитовые глины…….стр.
4.23. Гипс…….стр.
4.24. Каменная и калий-магниевая соли……..стр.
Приложение №1. Каталог месторождений и проявлений полезных ископаемых Северо-Западного федерального округа…… стр.
Приложение №2. Каталог месторождений и рудопроявлений западной части Фенноскандии…….. стр.
Заключение…….стр.
Список использованной литературы……

Введение

Данная работа «Недра Северо-Запада Российской Федерации» была выполнена в соответствии с пообъектным планом МПР России на 2002 г.

Актуальность и своевременность работы не вызывают сомнения .

Северо-Западный Федеральный округ является одним из наиболее развитых в промышленном отношении регионов в России. В его состав входит 11 субъектов Федерации, суммарная площадь которых 1855 тыс. км^2 составляет 9% территории России. Население – 15 млн. человек, составляет более 10% населения Страны. Северо-западный регион включает в себя крупнейшие в России, да и в мире горнодобывающие районы такие как Кольский полуостров, Приполярный и Полярный Урал.

Как известно, в данный регион входит Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, где находится около 150 месторождений углеводородного сырья и Печорский угольный бассейн, который по запасам и значимости занимает второе место в Российской Федерации.

Однако в соответствии с утвержденной программой эти виды сырья нами не рассматривались. Состояние минерально-сырьевой базы Северо-Западного региона по состоянию на 01.01.2002 г. оценено по следующим важнейшим полезным ископаемым: титану, ванадию, хромитам, марганцу, никелю, полиметаллам, молибдену, олову, бокситам, редким металлам, золоту, платиноидам, алмазам, апатиту, фосфоритам, слюде-мусковиту, кианиту, асбесту, бариту, графиту, гипсу, тальку, бентонитовым и огнеупорным глинам, стекольным и формовочным пескам, янтарю, цеолитам, каменным и калийным солям.

Кроме того, в работе подробно приведены все последние данные (интернет, иностранные и отечественные публикации) по месторождениям Финляндии, Швеции и Норвегии. Дано сопоставление их с месторождениями Российской части Фенноскандинавского щита, выявлены аналоги, установлены сходства и различия в их пространственно-временном распределении и генезисе.

По ряду полезных ископаемых Северо-Западу принадлежит существенное, а по некоторым видам сырья ведущее место в минерально-сырьевой базе России.

В недрах Северо-Западного округа заключены все общероссийские балансовые запасы стронция, янтаря и кианитов, от 80 до 95% запасов РЗМ, апатита, флогопита, вермикулита, нефелиновых руд и пьезооптического кварца, от 30 до 65% запасов хромовых руд, бокситов, Ti, Li, Ta, Nb. Еще более значительна роль Северо-Западного

округа в добыче минерального сырья. В настоящее время здесь производится весь российский Ti, Zr, РЗМ, Sr, апатит, флогопит, янтарь; округ доминирует в продукции Ta, Nb, фосфоритов, нефелинов и пьезооптического сырья, кварца и флюорита для плавки).

На территории Северо-Западного Федерального округа действует более 20 горнодобывающих предприятий, эксплуатирующих месторождения полезных ископаемых или подготавливающих их к освоению; около половины из них являются градообразующими. К наиболее крупным горно-обогатительным комбинатам (ныне преобразованным в акционерные общества), имеющим федеральное значение, принадлежат

ГОКи: Оленегорский («Олкон»), Ковдорский, «Печенганикель» и «Североникель», «Апатит», Ловозерский («Севредмет»), «Севералмаз», Калининградский янтарный комбинат и другие. В перспективе значительную роль в обеспечении российской промышленности дефицитными видами минерального сырья будут играть ОАО «Боксит Тимана», ОАО «Ярегская нефтетитановая компания», АООТ «СОБР», ОАО «Марганец Коми», АО «Карелмет». С выходом бокситовых рудников Среднего Тимана на проектную мощность СЗ Федеральный округ будет поставлять более 60% российских бокситов для производства глинозема, а освоение месторождений им. Ломоносова и им. В. Гриба в Архангельской области на 1/3 увеличит общероссийский выпуск алмазной продукции. Подготавливаются к эксплуатации и крупнейшие в России месторождения других дефицитных видов минерального сырья – хромовых руд (Аганозерское) и титана (Ярегское). В более отдаленном будущем на территории СЗ округа возможна значительная добыча платиноидов, промышленное освоение эвдиалитовых руд (Zr, Y, RE_Y), рудного золота, кианитов Кейв и других видов сырья.

Северо-Западный Федеральный округ характеризуется развитием не только горнодобывающей, но и перерабатывающей отрасли промышленности. АО «Северсталь» (Череповецкий МК) является одним из крупнейших предприятий черной металлургии страны, обеспечивающий более 16% общероссийской выплавки чугуна. Среди предприятий цветной металлургии выделяется АО «Комбинат Североникель», выпускающий 43% никеля, около 15% меди и более 40% кобальта РФ; в ближайшие годы планируется производство новых видов продукции (феррохром, нержавеющая сталь и др.). На территории округа расположен первенец российской алюминиевой промышленности – Волховский алюминиевый завод (ныне АО «Волховский алюминий»); вместе с двумя другими предприятиями (Надвоицкий и Кандалакшский

АЗ) он обеспечивает около 8% производства первичного алюминия России – это при том, что свыше 80% его выплавляется на гигантских алюминиевых заводах Сибири (Братском, Красноярском, Саянском и др.). Планируется строительство алюминиевых заводов на базе бокситов Северо-Онежского и Средне-Тиманского районов, реализация этих планов увеличит общую мощность предприятий округа по выплавке алюминия более, чем в четыре раза. Сооружение глиноземных заводов в Архангельской области и Республике Коми, перерабатывающих бокситы СОБР и Среднего Тимана, в дополнение к двум действующим, позволит удовлетворять 35-40% общей потребности российских алюминиевых заводов в глиноземе и резко сократить его импорт из-за рубежа.

В настоящее время в Северо-Западном округе действуют три предприятия по производству минеральных удобрений, наиболее крупным из которых является ПО «Аммофос» (г. Череповец). Рассматриваются планы строительства химзавода по выпуску двойного суперфосфата в Мурманской области, в непосредственной близости к производству апатитового концентрата. Другие проекты включают строительство завода по производству ферросплавов в г. Тихвин, сооружение цеха гидрометаллургического передела лопаритового концентрата в пос. Ревда и алюминиевого завода в г. Всеволожск.

В пределах Северо-западного региона помимо указанных горнодобывающих и перерабатывающих предприятий имеется большое число геологоразведочных и научно-исследовательских организаций. Здесь постоянно проводится анализ состояния минерально-сырьевой базы и осуществляется весь комплекс работ от научного прогноза, поисков и разведки до добычи и переработки минерального сырья. Поэтому на примере этого региона легко проследить все тенденции (в том числе и негативные) в развитии минерально-сырьевой базы на ближайшую перспективу.

Предстоящее будущее будет характеризоваться дальнейшим снижением качества полезных ископаемых на разрабатываемых и большинстве вновь проектируемых и вовлекаемых в эксплуатацию месторождений, резким увеличением глубины их разработки, значительным усложнением горно-геологических и экономико-географических условий промышленного освоения. Резко возрастет объем поисковых работ на закрытых территориях и повысится их глубинность, что повлечёт за собой ухудшение условий их проведения и увеличения стоимости работ. Кроме того, в ближайшее время, очевидно, будет проведена (во всяком случае это крайне необходимо) расчистка государственного баланса месторождений. Естественно, что в условиях рыночных отношений, базирующихся на мировых ценах многие

месторождения не выдержат геолого-экономической оценки и перейдут в разряд забалансовых. Обозначится дефицит многих видов сырья и очень остро встанет вопрос о воспроизводстве минерально-сырьевой базы России. В этих условиях данная работа призвана сыграть немаловажную роль.

В монографии подробно описано геологическое строение огромной территории от Атлантического океана до Полярного Урала включительно (3 млн. км^2), подробно описаны все месторождения как Российского Северо-Запада, так и зарубежной Фенноскандии (Финляндия, Швеция, Норвегия), выявлены региональные закономерности размещения полезных ископаемых во времени и пространстве, проведено металлогеническое районирование, даны оценка прогнозных ресурсов и предложения по проведению дальнейших геологоразведочных работ. К тексту монографии приложен каталог месторождений и рудопроявлений. В нем для каждого полезного ископаемого указан геолого-промышленный тип месторождения, даны запасы и прогнозные ресурсы всех категорий и среднее содержание полезного компонента.

Одной из важных составных частей данной работы является прогнозно-металлогеническая карта важнейших полезных ископаемых Северо-Западного Федерального округа России и Фенноскандии масштаба 1: 2 500 000. В основу её положены изданные в последние годы листы государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 (территория Северо-Запада РФ) и геологическая карта Фенноскандии масштаба 1: 2 000000. Для всех геологических подразделений указана их формационная принадлежность. На карту вынесены все месторождения и важнейшие рудопроявления полезных ископаемых, номера которых соответствуют номерам в каталоге. Проведено металлогеническое районирование Российской территории и вынесены металлогенические зоны, рудные районы, узлы и поля, а также горнодобывающие и перерабатывающие предприятия как действующие, так и строящиеся.

Работа профинансирована МПР России через главное Управление Природных Ресурсов и охраны окружающей среды по Санкт-Петербургу и Ленинградской области. Выполнена она в Северо-Западном Государственном Геологическом Предприятии «Севзапгеология». Авторы: В.А. Коровкин (отв. исполнитель), Л.В. Турылева, Д.Г. Руденко, В.А. Журавлев, Г.Н. Ключникова.

При подготовке монографии и карты к изданию большую техническую работу по их оформлению выполнили картографы ГГП «Севзапгеология» С.Ю. Великанова,

Е.Н. Луцык, О.М. Громова, Л.В. Морозова, Т.В. Макеева и геофизики Н.П. Турченко, И.М. Чичёва. Монография издана издательством «ВСЕГЕИ», карта отпечатана на картфабрике «ВСЕГЕИ».

В процессе работы авторы пользовались консультациями многих геологов, работающих в Северо-Западном регионе М.А. Корсаковой, Н.М. Иванова (СЗ ГГП), А.В. Лебедева, В.А. Житникова, Т.Н. Зубовой (ДГК по СЗФО), В. А. Павлова (ОАО ЦКГЭ), С. Н. Данилова (ОАО МГРЭ), В.Н. Шурыгина, В.П. Кирикова, Е.Н. Афанасьевой (ВСЕГЕИ), Н.Б. Филиппова, Г.Ш. Мурадымова, В.А. Богачёва (ГУП «Минерал»), В.И. Мишина, Н.А. Букреевой, В.И. Безрукова (Геоинф. Мониторинг), А.С. Яновского, А.Л. Бусловича (ПКГЭ), В.С. Родионова (СПРЭ), Ю.Н. Новикова, Н.Н. Венедиктова, А.В. Федюка (УПР по Р. Карелия), В.П. Михайлова, В.В. Ушкова (ГП Карельская экспедиция), Б.Н. Шустова (ГП «Невскгеология»), М.Б. Тарбаева (МПР Р. Коми), В.М. Макова («МИРЕКО», Р. Коми), И.Н. Бурцева (ИГ НЦ Р. Коми), В.И. Степаненко («АГИКС» Р. Коми), А.Ф. Станковского, В.А. Медведева, Е.М. Веричева (Специалисты Архангельских геологических организаций) и многих других. Всем им авторы выражают искреннюю признательность.

Особую благодарность хочется выразить научному редактору Председателю Европейского Регионального Экспертного Совета НРС МПР России кандидату г-м. н. К.Э. Якобсону, который помимо большой редакционной работы принял участие в написании стратиграфии Тимано-Печорской платформы. Кроме того, К.Э. Якобсон передал авторам свои материалы и принял участие в оценке нового типа алмазоносности, связанного с туфизитами. Очень много ценных указаний было получено от рецензента, ведущего научного сотрудника ВСЕГЕИ, доктора г.-м. н., профессора Ю.В. Богданова.

Вообще, в такое сложное время издание столь крупной монографии, как «Недра Северо-Запада РФ», не могло бы быть осуществлено без доброжелательного отношения работников МПР России Б.К. Михайлова, А.Ф. Морозова, В.А. Загороднего, А.И. Кожевникова, А.И. Вашурина и руководства ГУПР и охраны окружающей среды МПР РФ по Санкт-Петербургу и Ленинградской области О.С. Лебедя, А.Н. Луханина, Г.И. Сергеевой, а также руководства ГГП «Севзапгеология» Ю.В. Хохлова, Н. Д. Малова.

В целом авторы выражают надежду, что данная работа будет широко использоваться всеми геологами, работающими в данном регионе. Выводы и рекомендации, обобщенные в монографии могут оказать существенную помощь при

составлении среднесрочных и долгосрочных программ, направленных на расширение минерально-сырьевой базы Северо-Западного Федерального округа, а также при планировании геологоразведочных работ всех стадий. Кроме того, собранный и обобщенный под одним углом зрения большой фактический материал по огромному региону может явиться основой для различных научно-исследовательских разработок.

1.Особенности геологического строения Северо-Западного региона России и зарубежной Фенноскандии.

Северо-Западный регион России является уникальным образованием. Он прошел длительную, четырехмиллиардную историю геологического развития, в его пределах фиксируются все известные тектонические режимы, магматические и седиментационные циклы, в сумме обусловившие особенности геологического строения и металлогении данной территории.

По особенностям геологического строения в пределах Северо-Западного региона выделяется четыре самостоятельных резко отличающихся друг от друга тектонических провинций (рис. 1).

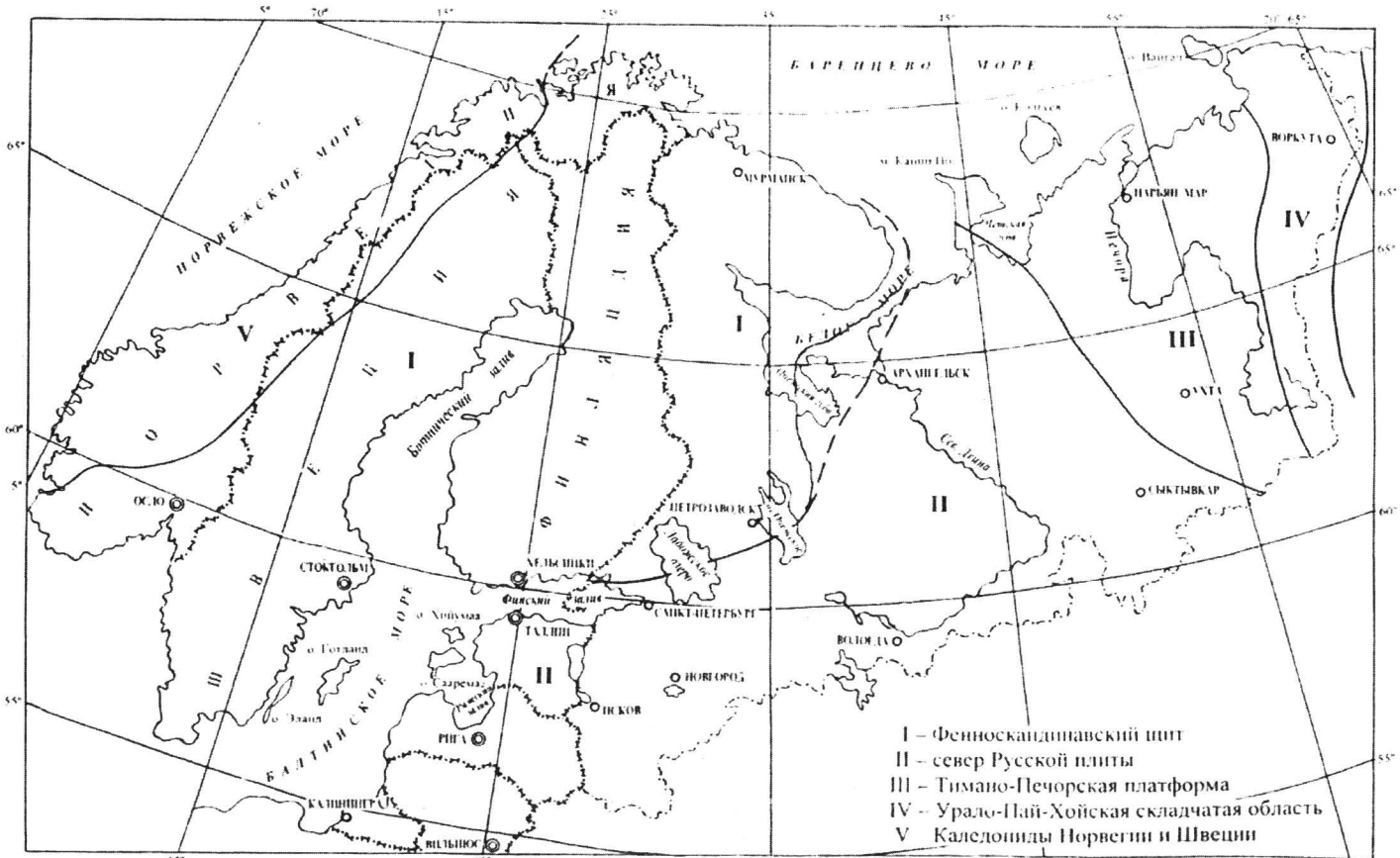


Рис. 1. Схема тектонического районирования Северо-Западного региона.

Наибольшую часть Северо-Западного региона занимает Восточно-Европейская платформа, представленная двумя структурами I-го порядка – Фенноскандинавским щитом и севером Русской плиты. Она сменяется Тимано-Печорской платформой, которая в отличие от предыдущей имеет складчатое рифейское основание. На самом востоке территории располагается Урало-Пай-Хойская складчатая область. Эти структуры имеют совершенно разное геологическое строение, поэтому ниже приводится описание каждой из них в отдельности.

1.1. Фенноскандинавский щит.

1.1.1. Восточная часть Фенноскандинавского щита (Карело-Кольский регион).

Фенноскандинавский щит представляет собой глубокометаморфизованное складчатое основание (фундамент) Восточно-Европейской платформы. Он охватывает значительную территорию от Атлантического океана на западе до Белого моря и на северном побережье Финского залива (и на южном побережье Белого моря) полого погружается под осадочный чехол Русской плиты.

В данной работе мы подробно рассмотрим геологию восточной (Российской части) Фенноскандинавского щита, которая в отечественной литературе имеет название Карело-Кольский регион. Западная (зарубежная) часть Фенноскандинавского щита будет рассмотрена несколько схематично в части геологического строения, в части месторождений полезных ископаемых будут очень подробно приведены все данные, имеющиеся в литературе и в интернете.

В геологическом отношении Карело-Кольский регион является восточной частью Фенноскандинавского щита, представляющего собой одну из крупнейших областей древнего фундамента Восточно-Европейской платформы. Геологическое строение и эволюция Фенноскандинавского щита в целом сопоставимы со строением и развитием других хорошо изученных крупнейших щитов мира, в частности Канадского, Бразильского, Южно-Африканского, Западно-Австралийского и др. Тем не менее, корреляция стратиграфических разрезов, как и эндогенных процессов, в разобщенных докембрийских провинциях всегда представляет значительные трудности. В последнее время в России и страна СНГ эта задача несколько облегчилась, так как в 1990г. в г. Уфе Всесоюзное совещание по общим вопросам расчленения докембрия СССР приняло Общую стратиграфическую шкалу докембрия. Эта шкала была утверждена Межведомственной Стратиграфической Комиссией 30

января 1991г. При этом архей и протерозой получили ранг акротем, а нижний протерозой, рассматриваемый в ранге эонотемы, получил собственное название – карелий. Соответственно две эротемы, входящие в его состав называются нижний карелий и верхний карелий. Совещание утвердило изохронные границы между всеми докембрийскими таксонами. Граница нижнего и верхнего архея составляет3150 ± 50 млн.лет, граница архея и протерозоя 2500 ± 50 млн. лет, граница карелия и верхнего протерозоя 1650 ± 50 млн. лет, а граница с фанерозоем составляет 570 (530) млн. лет.

Однако последующее десятилетие показало, что некоторые положения этой шкалы требуют уточнения. В июне 2000 г. в г. Апатиты состоялось III –е Всероссийское совещание «Общие вопросы расчленения докембрия». В соответствии с решением совещания выделяемые ранее А.А. Полкановым и К.О. Кратцем саамский и лопийский комплексы получили права «гражданства» и рассматриваются соответственно как нижнеархейские и верхнеархейские эонотемы. Уточнена и граница между ними, которая проводится по изохране 3200 млн. лет. В составе лопия выделяется нижнелопийская, среднелопийская и верхнелопийская эротемы. Уточнена также возрастная граница между нижнекарельской и верхнекарельской эротемами, которая принимается равной 2100 млн. лет. Остальная часть общей стратиграфической шкалы докембрия осталась без изменения. Эта докембрийская шкала принята Научно-Редакционным Советом и является обязательной при составлении всех государственных геологических карт. В данной работе она используется в сочетании с региональной стратиграфической схемой. Из региональных подразделений мы используем только названия надгоризонтов и горизонтов, которые применяются всеми геологами, работающими в Карело-Кольском регионе (рис. 2).

В финской и шведской литературе часто используется термин «свекофений», возрастной диапазон которого охватывает калевий и вепсий региональной стратиграфической шкалы Карело-Кольского региона.

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ

(Утверждена бюро МСК 02.02. 2001 г.)

Акротема	Зонотема	Эратема	Система	Региональная шкала
	Фанерозой	Палеозой	Кембрий	Надгоризонт (серия)

<table>
<tr><td rowspan="3">ПРОТЕРОЗОЙ PR</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">РИФЕЙ R</td><td>—— 570 (530 ——
——650 ± 20 ——
Верхний рифей (каратавий) R_3
—— 1000±50 ——
Средний рифей (юрматиний) R_2
—— 1350±20 ——
Нижний рифей (бурзяний) R_1</td><td>Венд V</td><td>Верхний V_2
---620±15 —
Нижний V_1</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>—— 1650 ——
Нижнепротерозойская (Карельская) К</td><td>Верхнекарельская $К_2$
——— 2100 ———
Нижнекарельская $К_1$</td><td colspan="2"></td><td>вепский
——1800 ——
калевий
——1920 ——
людиковий
Ятулий
———2300 —
сариолий
—— 2400 ——
сумий</td></tr>
<tr><td>—2500—
АРХЕЙ AR</td><td>Верхнеархейская (лопийская) L
——3200 ——
Нижнеархейская (саамская) S</td><td>Верхнелопийская L_3
——— 2800 ———
Среднелопийская L_2
——— 3000 ———
Нижнелопийская L_1
————————</td><td colspan="2"></td><td>гимольская серия
————————
хаутаварская серия
————————</td></tr>
</table>

Рис. 2

Свекофениды характеризуют геосинклинальный этап развития второй половины карельского зона. Этот этап практически отсутствует на Северо-Западе России (кроме небольших выходов в Северном Приладожье). Соответственно калевийско -

вепсийские образования Карело-Кольского региона резко отличаются от свекофенид Финляндии как по своей Формационной принадлежности, так и по степени дислоцированности.

Стратификация докембрийских образований всегда вызывала известную трудность и поэтому имеющиеся в настоящий момент стратиграфические схемы в большинстве своем являются дискуссионными. Действующие в настоящее время схемы расчленения докембрия являются стратиграфическими лишь в части наиболее крупных подразделений, для кровли и подошвы которых имеются достоверные изохронные датировки. По данным В.З. Негруцы (9) важнейшей закономерностью геологического развития Балтийского щита начиная с раннего архея, является периодичность проявления эндогенных и экзогенных процессов, что обусловило цикличное строение метаморфизованных осадочно-вулкогенных образований. В соответствии с этим имеющиеся разрезы могут быть расчленены по единому принципу на трансгрессивно-регрессивные ассоциации, каждая из которых ограничена структурно-денудационными поверхностями. С этих позиций в сводном разрезе докембрия выделяются четыре структурно-вещественных комплекса – саамский, лопийский, карельский и рифейский. Первые два относятся к архею, вторые к протерозою.

Архей и протерозой представляют два крупнейших хроностратиграфических подразделения с изохронной границей между ними в 2500 ± 50 млн. лет.

Архей включает в себя саамский и лопийский супракрустальные комплексы.

Саамский комплекс имеет мощность от 3000 до 8000 м. Разрезы провинциальных стратиграфических подразделений, выделяемых в качестве серий с местными названиями, характеризуются своими особенностями, которые намечают латеральную неоднородность этих образований. В целом саамский комплекс представлен различными гнейсами, амфиболитами и ферролито-кварцитами беломорской и кольской серий, а также гранулитами лапландско- кандалакшской серии. По мнению А.М. Ремизовой (2001 г) последние образования относятся к верхам нижнего протерозоя. В результате интенсивного проявления полиметаморфических и ультраметаморфических преобразований первичные признаки пород сохраняются в редких случаях. Учитывая их, а также петрохимические реконструкции, саамский комплекс можно реставрировать как слабо-дифференцированный осадочно-вулканогенный, включающий в своём составе помимо туфогенно- осадочных пород среднего состава, глиноземистых и железорудных пород, продукты контрастного толеит-базальтового и липарит - дацитового вулканизма.

Нижняя возрастная граница саамских образований достоверно не установлена. Архейские толщи этого уровня включают в себя в качестве неразрывного компонента мигматизирующий их комплекс древнейших плагиогранитов- тоналитов- эндербитов. Ряд исследователей высказывает предположение о наличии в составе этого комплекса фрагментов первичной сиалической коры и рассматривает их как реликты фундамента саамских супракрустальных толщ. По совокупности разнородных радиоизотопных данных можно полагать, что время саамского цикла корообразования завершилось 3,20млрд. лет назад и супракрустальные толщи этого уровня, таким образом, синхронны «нижним гранит-зеленокаменным поясам» других щитов. Эти пояса наиболее полно изучены зарубежными исследователями в Южной Африке, Северной Америке и Западной Австралии (3,4,5,6,7). По их данным эти пояса на разных щитах были сформированы в интервале 3,8-3,1 млрд.лет, т.е. соответствуют саамскому времени.

В пределах Карельско-Кольского региона М.А. Корсакова (8) выделяет их как саамские гранулит- амфиболит-гнейсовые пояса. Саамский возраст их устанавливается наличием структурного несогласия с вышележащими лопийскими зеленокаменными поясами, а также регионально проявленной мигматизацией и гранитизацией. Геохронологически эта граница оценивается в 3200 млн. лет.

Лопийский комплекс распространен в зонах сочленения структур блокового типа, но нередко сохраняется и внутри блоков обычно в виде лентовидных синформ, расположенных среди гнейсо-гранитов цепочно или кулисообразно. От саамских, преимущественно гнейсо-амфиболитовых серий, резко отличается наличием конгломератов, кварцитов, углесодержащих сланцев, хорошей сохранностью первичной слоистости, псаммитовых, миндалекаменных, шаровых, брекчиевых и других структур и текстур. В составе обломков базальных конгломератов присутствуют гнейсы и амфиболиты саамского комплекса и мигматизирующие их плагиогранитоиды. В ряде случаев устанавливается четкое структурное несогласие между архейскими комплексами, хотя чаще всего раздел между ними замаскирован в результате позднейших тектонических движений и интрузивной деятельности. Вопрос о фундаменте лопийских образований до сих пор остается дискуссионным. Связано это с различной оценкой возраста гранитоидов и супракрустальных пород беломорской и кольской серий, которые неоднократно подвергались существенной переработке как в лопийское, так и в более позднее время, что позволяет изотопными методами определить время их первичного формирования. Однако большинство геологов в

качестве фундамента лопия рассматривает мигматит-гнейсо-тоналитовые комплексы (серые гнейсы).

По данным М.А. Корсаковой (8) структуры, формировавшиеся на гранитном фундаменте в лопийское время, подразделяются на два класса : собственно зеленокаменные пояса (3кп) и гнейсо-сланцевые впадины. Первые представляют собой узкие, шовного типа, прогибы, соответствующие межблоковым мобильно-проницаемым зонам, связанным с формированием глубинных разломов. В их пределах в протоэвгеосинклинальных условиях происходило накопление мощных существенно вулканогенных толщ пород разного состава от риолитового до коматитового с преобладанием базальтоидов. Характерно широкое развитие лавовой фации и грубой пирокластики при незначительном объеме метаосадков, наличие многочисленных субвулканических и интрузивных тел базит-гипербазитов.

Гнейсо-сланцевые впадины – это овальной формы мульдообразные структуры бассейнового типа, формирующиеся на относительно стабильных блоках типа срединных массивов в условиях, близких к миогеосинклинальным. Для них характерен редуцированный по сравнению с ЗКП вулканогенно—осадочный разрез с отношением вулканитов к осадкам в среднем 1:2 и до 1:5, широкое развитие туфогенных и терригенных пород, небольшой объем базальтоидов, отсутствие коматиитов.

На современном эрозионном срезе зеленокаменные пояса представлены линейными и линейно-ветвящимися системами синформных структур протяженностью в несколько сот километров при ширине в первые десятки километров. Гнейсо-сланцевые впадины фиксируются реликтовыми локальными структурами, группирующимися в широкие, близкие к изометричным синформы размером до тысяч квадратных километров.

Мощность пород лопийского стратона оценивается от 900 до 7000 м в различных структурно-фациальных зонах.

Как уже указывалось выше, в общей стратиграфической шкале докембрия в верхнеархейской (лопийской) эонотеме выделяется три эратемы – нижнелопийская, среднелопийская и верхнелопийская. Нижний лопий с возрастом от 3200 до 3000 млн. лет отмечается на Украинском щите, а в пределах Фенноскандии таких образований нет. Здесь отмечается лишь средний и верхний лопий, граница между этими стратонами 2800 млн. лет. В Карело-Кольском регионе эта граница проходит между хаутоварской и гимольской сериями, которые хорошо картируются на больших площадях.

Во всех типах разреза вблизи подошвы верхних существенно осадочных образований нередко имеются признаки несогласия. В строении среднелопийского комплекса, развитого в пределах и вблизи мобильных шовных зон, участвуют базальтовые (Хаутоварско-Койкарская зона) и перидотитовые коматиты (Ветреный пояс), что подтверждает правомерность сопоставления этого комплекса с другими зеленокаменными поясами. Рассматривая лопийский комплекс как структурный этаж, видно, что внутри его выделяется два подэтажа. Каждый начинается терригенными образованиями с линзами валунно-галечных конгломератов и представлен в основном сильно дифференцированными вулканитами (от коматитов до лептитов), чередующимися с метаосадочными породами преимущественно туфогенного и мергелисто-хемогенно-кремнистого состава (амфиболиты, сланцы, кварциты). Зеленокаменные пояса относятся к позднему лопию. Верхняя их граница геологически прослеживается очень четко. Геохронологически она оценивается в 2500 ± 50 млн. лет.

Протерозойские образования, с резким угловым несогласием перекрывающие архейские породы, представлены нижне- и верхнепротерозойскими комплексами.

В соответствии с современными стратиграфическими представлениями нижнему протерозою в Карело-Кольском регионе соответствует карельская эонотема. Осадочные и вулканогенно-осадочные образования её развиты во всех тектонических структурах Карело – Кольского геоблока (кроме Мурманского и Беломорского), а также в Ладожском сегменте Свекофенского геоблока. В пределах шовных структур они образуют сплошные или прерывистые пояса, а в Центрально-Кольском и Ладожском сегментах выполняют синформные структуры различных размеров и конфигураций.

В составе карельского комплекса выделяются в ранге надгоризонтов (снизу вверх) : сумий, сариолий, ятулий, людиковий, калевий и вепсий. Эти надгоризонты слагают как небольшие структуры, площадью десятки и сотни квадратных километров, так и очень крупные, площадью тысячи квадратных километров (Янгозерская, Печенгская , Имандра-Варзугская, Онежская и т.д.). Общая площадь выхода карельских образований в Российской части Балтийского щита составляет около 45 тыс. квадратных километров. В Финляндии она в несколько раз больше. Существенной особенностью карелид является их разнородный метаморфизм, меняющийся по площади от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций и ультраметаморфизма. Еще в большей степени им свойственна изменчивость фациального состава и мощности. Зачастую эти изменения происходят скачкообразно или на расстоянии в первые сотни метров. В целом в Карело-Кольском регионе мощность карельских образований варьирует от

1000 до 12000 метров. Все это обуславливает исключительное многообразие разрезов и трудности в их корреляции.

В различных структурно-фациальных зонах установлено несколько типов разрезов этих образований. Один из них характеризуется наличием преимущественно конгломератовых толщ, несогласно залегающих на неровной поверхности фундамента, сложенного толщами лопия и архейскими гранитоидами. В основании разреза обычно лежат конгломерато-брекчии, состав которых определяется составом подстилающих толщ. Выше следует грубослоистые пласты гранитных и полимиктовых конгломератов с прослоями гравелитов и аркозовых песчаников. В верхней части разреза в них встречаются прослои алевролитов, сланцев и пирокластических вулканогенных пород.

В целом, в составе образований карельского комплекса, помимо конгломератов, развиты песчаники, сланцы, алевролиты, пикритовые порфириты, туфы, диабазы, метаандезито-базальты, дациты, кератофиры, карбонаты и шунгитовые сланцы. Нижняя и верхняя границы карельского комплекса четко фиксируются по резкому угловому несогласию с подстилающими и перекрывающими комплексами. Протяженность карельского времени около I млрд. лет от 2500 до 1650 млн. лет.

Позднепротерозойские толщи тиманид, протягивающиеся из Норвегии через п-ова Рыбачий и Канин, ограничивают с севера восточную часть щита. Платформенные отложения этого возраста, развитые на Русской плите, ограничивают его с юга. В пределах же щита они сохранились только в немногочисленных наложенных впадинах. Верхний протерозой в регионе представлен осадками и вулканитами рифейского комплекса и венда.

Верхнепротерозойские образования на территории Балтийского щита развиты локально и приурочены к изолированным прогибам и грабенам, образовавшимся в платформенную стадию развития региона. Они представлены преимущественно обломочными, реже вулканогенно-обломочными, континентальными толщами, неметаморфизованными и, как правило, почти горизонтально лежащими (интенсивные дислокации отмечаются только вблизи разломов). Наиболее типичным представителем их является иотнийская серия Финляндии и Швеции, поэтому весь этот комплекс отложений Л.И. Салоп (10) называл иотнийским.

В восточной части щита к иотнийскому комплексу должны быть отнесены салминская серия Карелии и терская серия Кольского полуострова.

Салминская серия, развитая на северо-восточном побережье Ладожского озера, залегает в плоскодонном грабене на сильно дислоцированных метаморфических

сланцах ладожской серии и на гранитах рапакиви. По данным А.И. Кайряка и Р.А. Хазова (13), в основании серии находится кора выветривания, которая перекрывается конгломератами (с галькой рапакиви), гравелитами, песчаниками и глинистыми сланцами. Верхняя часть серии, связанная постепенными переходами с нижней, образована туфо-песчаниками, андезитами и базальтами с прослоями туфов. Общая мощность серии не превышает 150 м. Радиометрический возраст базальтов, определенный калий-аргоновым методом, около 1300 млн. лет.

Терская серия, обнажающаяся на южном (беломорском)побережье Кольского полуострова, залегает трансгрессивно на архейских кристаллических породах. Базальными слоями являются валунно-галечные и гравийные конгломераты; в основном же серия сложена красноцветными олигомиктовыми песчаниками и алевролитами. Мощность серии до 250 м. В районе Турьего мыса песчаники прорваны интрузиями щелочных пород палеозойского возраста и в контактовых ореолах подверглись натровому метасоматозу.

В соответствии с современными стратиграфическими представлениями возраст этих образований относится к среднему рифею (юрматинию).

С определенной долей условности к Фенноскандинавскому щиту обычно относят и расположенные у побережья Баренцева моря полуострова Средний, Рыбачий и остров Кильдин. Отложения, слагающие эти площади, представлены слабо метаморфизованными осадочными отложениями верхнего докембрия, выделенными Седерхольмом (11) в гиперборейскую формацию. В.З. Негруца (12) по степени дислоцированности, характеру метаморфизма и формационному облику пород выделяет здесь две структурных зоны – внешнюю платформенную и внутреннюю миогеосинклинальную. Первая охватывает полуостров Средний и остров Кильдин, вторая – территорию полуострова Рыбачий.

Для внешней зоны характерно пологое залегание пород с общим падением слоистости (5-15º) на северо-восток. Лишь в полосе, прилегающей к разлому, который отделяет внешнюю зону от внутренней, породы смяты в мелкие асимметричные складки; углы падения слоистости здесь увеличиваются до 40-60º, а общее падение толщ меняется на юго-западное. В этой приразломной полосе отчетливо выражены явления рассланцевания и брекчирования, наблюдаемые в виде узких (10-30 м) зон, параллельных линии основного разлома. Характерны также мелкие оперяющие разломы субмеридионального простирания с амплитудами смещения, не

превышающими 15-20 м, чаще 1-2 м. Породы внешней зоны изменены в начальной стадии эпигенеза.

Отложения внутренней зоны обладают сложноскладчатым строением с господствующим падением толщ также к северо-востоку; отмечается постоянное усложнение складчатых форм в направлении с юга на север. На севере п- ова Рыбачьего проявлена линейная складчатость с падением пород на крыльях складок под углом 45-60º, местами до 90º; н ередки случаи и опрокинутого залегания. Интенсивно проявлен кливаж, особенно так называемый межслоевой. Часто отмечаются разломы, некоторые из них имеют амплитуду смещения до нескольких десятков метров. Весьма характерны кварцевые жилы, встречаются дайки габбро-диабазов. Осадочные породы здесь изменены в условиях глубинного эпигенеза. Тектонический характер сочленения структурных зон затрудняет выяснение стратиграфического соотношения слагающих их осадочных комплексов.

С учетом данных сопоставления изученных разрезов с разрезами рифея п-ова Варангер, Русской плиты и Урала выделяется три подразделения общей стратиграфической шкалы : юрматиний (средний рифей), каратавий (верхний рифей) и кудаш.

К венду на п-ове Среднем отнесены залегающие на разновозрастных отложениях кильдинской серии осадки волоковской серии, представленные в основании глыбовыми конгломератами и грубыми песчаниками, а затем темно-серыми и черными аргиллитами, иногда содержащими конкреции (500м). В них установлен комплекс верхнерифейских и вендских микрофоссилий. Возраст прорывающих эти осадки габбро-диабазов оставляет 600 млн. лет.

Рыхлые образования чрезвычайно широко распространены на всей территории региона. Наиболее древние их них-неоген-четвертичные, которые известны в Ю. Карелии (Прионежье). Залегают они в депрессиях коренного ложа на абсолютных высотах 42-62 м и представлены толщей песчано-глинистых аллювиально-озерных осадков мощностью до 57 м.

Плейстоценовые образования имеют широкое распространение. Их накопление тесно связано с деятельностью ледников, неоднократно покрывавших территорию в ранне-, средне- и позднечетвертичное время. Мощность их в пределах щита (особенно на возвышенностях) невелика, но на южных его склонах и Русской плите в древних погребенных долинах и поясах краевых ледниковых образований достигает 100-200 м.

Современные отложения развиты повсеместно. Они представлены морскими, аллювиальными, озерными, озерно-аллювиальными, биогенными, элювиальными, элювиально-коллювиальными, делювиальными, элювиально-делювиальными, эоловыми, ледниковыми, флювиогляциальными и озерно-ледниковыми отложениями горного оледенения. Литологический состав их крайне разнообразен :от крупных глыб и валунника до глин, супесей и торфа. Мощность до 20 м. Морские осадки по берегам Баренцева, Белого и Балтийского морей детально расчленены и принадлежат иольдиевым, анциловым, литториновым, лимниевым слоям Балтийского моря и слоям фолас, тапес, остреа и тривия Белого и Баренцева морей. Абсолютный возраст этих отложений до 10300 лет.

Магматическая деятельность проявилась чрезвычайно широко на территории щита. Она представлена целой гаммой разнообразных по составу интрузивных комплексов, формирование которых охватывает значительный промежуток времени от раннего архея до верхнего палеозоя включительно.

Магматизм древнейшего раннеархейского этапа рассматривается большинством исследователей как совокупность процессов ультраметаморфизма, включающих в себя анатектические и реоморфические явления, мигматизацию, высокотемпературный кремнещелочной метасомотоз, метаморфическую дифференциацию вмещающих пород и после складкообразования. Часто магматические образования представлены автохтонными гранитоидами, имеющими значительное сходство с вмещающими толщами по составу. Среди гранитоидов преобладают существенно натриевые, представленные амфибол – биотитовыми и биотитовыми диоритами, гранодиоритами, плагиогранитами, тоналитами и эндербитами, объединяемыми в комплекс эндербит-тоналит-плагиогранитов. Характерной особенностью древнейших гранитоидов является их изофациальность с вмещающими гнейсовыми толщами кольско-беломорского комплекса. В зонах амфиболитовой фации локализованы биотитовые и амфибол-биотитовые плагиограниты, в зонах гранулитовой фации характерно присутствие в гранитах гиперстеновых и двупироксеновых парагенезисов, развитие процессов эндербитизации и чарнокитизации. По данным В.Р. Ветрина (14) характерной особенностью древнейших гранитоидов по сравнению со стандартными типами плагиогранитов является пониженное количество нормативного кварца (при одном и том же содержании SiO_2) за счет повышенного содержания плагиоклаза.

Основной магматизм выражен проявлением доорогенных пласто-и линзообразных, реже штокообразных тел интенсивно амфиболизированных габбро и габбро- диабазов в

саамских супракрустальных толщах, а также габбро-норитов друзитовой серии. Отнесение друзитов к раннему архею весьма условно. Геотектоническое положение их оценивалось неоднозначно. По мнению Н.Г. Судовикова (15), изучающего их соотношения с мигматитами, внедрение этих пород отвечает периоду относительной консолидации беломорид и разделяет раннее- и позднеархейские эпохи складчатости и метаморфизма. В свете представлений о моноциклическом развитии беломорид выделялись ранне- и позднеархейские друзиты либо только позднеархейские, относимые к концу тектономагматического цикла. По данным В.В. Балаганского и др. (16) на основе соотношений базит-гипербазитов (друзитов) северо-западного Беломорья с процессами деформации и метаморфизма они разделены на образования трех возрастных групп. Базиты I возрастной группы являются доскладчатыми и домигматитовыми глубинными образованиями верхнеархейского (раннеребельского) возраста. Внедрение базитов и гипербазитов II и III групп отвечает рубежам верхнеархейского-раннекарельского и раннекарельского-позднекарельского периодов (ребольского-селецкого и селецко-свекофенского циклов), а вопрос об их принадлежности к концу или началу другого периода остается открытым.

Химизм базитов I группы (лабрадорит-габбро-норитовый комплекс) указывает на их принадлежность к известково-щелочной серии и соответствие состава родоначальной для них магмы толеитам или кварцевым толеитам.

Позднеархейский этап характеризуется значительно более разнообразным проявлением магматической деятельности.

Наиболее ранними являются субвулканические дайки мафит –ультрамафитов, которые можно рассматривать как комагматы коматиитов в районе Кумбуксы. Очень широко в верхнем архее проявилась габбро-плагиогранитная формация. Она объединяет интрузивные образования, которые слагают пояса малоглубинных и умеренноглубинных трещинных тел габбро, диоритов, тоналитов и плагиогранитов. По петрохимическим характеристикам они относятся к известковому типу щелочноземельных ассоциаций. Так же, как для комплементарных рядов щелочноземельных ассоциаций интрузивных пород, для них характерны преимущественная концентрация сидерофильных элементов и обедненность литофильными. В соответствии с геологическим положением, составом и учетом имеющихся результатов экспериментальных работ габброиды формации рассматриваются как продукт кристаллизации сухого расплава, соответствующего по составу высокоглиноземистому (гиперстеннормативному) базальту. Формирование

кислых членов габбро-плагиогранитной формации связывается с процессами взаимодействия основного расплава с породами земной коры.

К верхнеархейским образованиям относится гипербазитовый комплекс. По особенностям пространственной локализации (приуроченность к подвижным зонам и глубинным разломам, часто к зонам сопряжения блоковых структур), петрохимическим характеристикам породы гипербазитового комплекса близки к альпинотипным гипербазитам, отличаясь повышенной железистостью и более высоким содержанием титана. Гипербазитовые тела имеют удлиненную пластово-линзовидную, реже овальную форму. Их размер меняется от нескольких сотен метров до 10 км по удлинению и от десятков метров до 1 км по мощности. Преобладают небольшие тела длиной до 1-2 км. Размещаясь среди осадочно-вулканических пород или их мигматизированных и гранитизированных разновидностей, интрузии залегают, как правило, согласно. Вместе с тем имеются примеры секущих контактов и нахождения ксенолитов дислоцированных вмещающих пород в гипербазитах Каменноозерской структуры. Реконструкции первичного состава благоприятствует псевдоморфный характер структурных замещений. Судя по ним и реликтовым минералам, первичный состав массивов отвечает оливинитам (дунитам), пироксеновым оливинитам и перидотитам гарцбургитового, лерцолитового и верлитового типов. Преобладают массивы однородного сложения. Дифференциация отмечается редко и проявлена слабо в пределах ряда оливинит-перидотит. Верлитовые составы дифференциатов развиты в ограниченном числе массивов. В целом для формации характерны существенно оливиновый первичный состав.

Значительные вещественные и структурные преобразования архейских пород связаны с формированием мигматит-анатектитовых натро-калиевых гранитоидов. Существенная их часть возникла в результате процессов калиевого метасоматоза и регионального ультраметаморфизма прежде всего нижнеархейских гнейсов и гранитоидов. Это определяет приуроченность вновь возникших гранитов ко всем сегментам, сложенным древнейшими комплексами. Мигматит - граниты при этом формируют здесь антиформы, а анатектит-граниты тяготеют к краевым участкам сегментов или к ослабленным зонам внутри них и обнаруживают четкие признаки интрузивного внедрения по разломам. Радиологические данные позволяют уверенно оценивать их возраст в диапазоне 2800-27 млн. лет.

Поздне-постскладчатые граниты существенно калиевого состава образуют небольшие штоко-и дайкообразные тела, секущие лопийские осадочно-вулканогенные

толщи; более крупные массивы локализуются в краевых зонах лопийских прогибов, зонах сочленения блоковых структур. Этот комплекс представлен рядом массивов в Карельском мегаблоке и в Кейвско-Поросозерской зоне Кольского мегаблока. Фрагменты охарактеризованных гранитов (валуны, кластогенный микроклин) содержатся в базальных горизонтах нижнепротерозойских осадков.

Завершают позднеархейский тектоно-магматический этап гранит-граносиенитовые интрузии, более отчетливо проявленные в Кольском мегаблоке. Они представлены трещинными массивами порфировидных субщелочных гранитов, граносиенитов, локализующихся вдоль крупных разломов.

Раннепротерозойский этап характеризуется ещё более разнообразной интрузивной деятельностью. Магматические породы этого возраста представлены габбро-диабазами силлово-дайкового комплекса, группой базит-гипербазитовых интрузий (габбро-верлитового и расслоенного перидотит- пироксенит-габбро-норитового комплексов).

Постскладчатые интрузии, возникновение которых связано с активизацией ранее существовавших и заложением новых глубинных разломов, трансформных относительно складчатых сооружений, представлены комплексами щелочных габброидов, щелочных гранитов, гранитов и гранитов рапакиви-габбро- анортозитов.

Габбро-диабазы слагают согласные или согласно-секущие тела среди осадочно-вулканогенных образований ятулия, а также штоки и дайки среди доятулийских образований. Габбро-диабазовый комплекс, характеризующийся проявлениями титано-магнетитовой и медной минерализации, выражен в наложенных карельских структурах типа грабен- синклиналей (Онежская, Печенгская, Имандра-Варзугская и др.структуры).Здесь же локализуются интрузии габбро-верлитов. Характерными особенностями этих массивов являются ассоциация перидотитов (преимущественно верлитов), приоксенитов и габбро, типичная для гипабиссальных образований, а также пространственная и генетическая связь с эффузивами ряда базальты-авгитовые базальты-пикриты, с которыми габбро-верлиты образуют единый плутоно-вулканический комплекс. Породы габбро-верлитового состава образуют пластообразные, линзообразные, реже дайкообразные тела.

Расслоенные перидотит-пироксенит-габбро-норитовые интрузии приурочены к глубинным разломам, разделяющим блоки с различной мощностью земной коры. Для них характерны автономная внутренняя тектоника, дискордантная относительно складчатой структуры вмещающих пород; отчетливо выраженная магматическая дифференциация, как глубинная, так и внутрикамерная; сочетание перидотитов ряда

гарцбургитов-лерцолитов и норитов-габбро-норитов, типичное для абиссальных условий кристаллизации основной магмы. К ним относятся весьма крупные массивы Мончетундровский, Панских-Федоровых тундр, массивы олангской группы Северной Карелии и Бураковско-Аганозерский массив в Восточном Заонежье. Ограниченно (в пределах советской части Свекофенского геоблока на территории Северного Приладожья) распространены образования мигматит – гранитового комплекса, включающего в себя «постладожские» гранитоиды (плагиограниты, гранодиориты, плагиомикроклиновые и микроклиновые граниты, мигматиты). Интрузии имеют соскладчатый и позднескладчатый характер, они чаще всего располагаются в центральных частях купольных структур, а их мелкие штокообразные, пластовые и пластово-секущие тела инъецируют образования калевия.

Более поздними по отношению к ним, также распространенными только в пределах Приладожья, являются интрузии габбро-диорит- гранодиоритов, образующие трещинные, пластово-секущие, трубообразные крутопадающие тела.

Щелочные габброиды, типичными представителями которых являются два крупных массива- Гремяха –Вырмес на Кольском п-ове и Елеть-озеро в Северной Карелии, - связаны с зоной глубинных нарушений, разделяющих Кольский, Беломорский и Карельский мегаблоки. Состав пород определяется ассоциацией габбро-пуласкитов (габбро, габбро-нориты, габбро-диориты, плагиоклазиты, оливиновые габбро, перидотиты, пироксениты, пуласкиты); нефелиновых –щелочных сиенитов (ийолит-уртиты, фойяиты, акериты и пуласкиты); щелочных сиенитов и щелочных гранитов. Радиологический возраст пород массива Гремяха- Вырмес 1850 ± 50 млн. лет.

Щелочные граниты широко распространены в пределах восточной части Центрально-Кольского сегмента. Радиологические датировки соответствуют возрасту 1810 ± 50 млн. лет. Массивы приурочены к зонам межблоковых и сопряженных с ними разломов. Они сопровождаются широкими ареалами щелочных метасоматитов по вмещающим комплексам. Форма тел пластино- и штокообразная. Ассоциация пород включает в себя арфведсонит- эгириновые эгирин – авгитовые граниты, граносиениты, кварцевые сиениты.

Самые молодые граниты Кольского мегаблока представлены порфировидными, пегматоидными и аплитовидными лейкократовыми разностями. Они образуют серию тел, приуроченных к глубинным тектоническим зонам северо-восточного простирания, секущих складчатые сооружения архея-раннего протерозоя.

По условиям формирования к ним близки анорогенные граниты рапакиви, приуроченные к трансрегиональной зоне –субширотной флексуре, определяющей область сочленения Балтийского щита с Русской плитой. В Южной Карелии известны три крупных (600-1300 км^2) массива (Салминский, Выборгский и Улямгский), локализующиеся в зонах долгоживущих глубинных тектонических нарушений северо-западного близмеридионального простирания. Их возрастное положение помимо радиологических датировок определяется геологическими взаимоотношениями : граниты секут образования ятулия и калевия, а на коре выветривания гранитов залегают рифейские образования (салмская свита).

К раннепротерозойскому возрасту относятся и проявления недавно выявленного лампроитового и кимберлитового магматизма. Кимберлитовые трубки с абсолютным возрастом 1770 млн. лет выявлены в Заонежье. Полевошпатовые лампроиты с таким же возрастом выявлены в Порьей губе на Кольском полуострове.

Позднепротерозойский магматизм в регионе проявлен габбро-диабазовой (трапповой) формацией. Согласные, согласно-секущие тела габбро-диабазов, диабазов, порфиритов, кварцевых сиенит-диоритов залегают в вулканогенно-осадочных образованиях рифея. Радиологический возраст их соответствует 1300-1400 млн. лет.

В последние годы в Костомукшской структуре выявлены алмазоносные оливиновые лампроиты с возрастом 1200 млн. лет. Они протягиваются в северо-западном направлении в виде даек мощностью от 0,3 м до 2,5 м.

С эпохой палеозойской тектоно-магматической активизации, синхронной с развитием складчатого пояса каледонид Норвегии, связано формирование в Карело-Кольском геоблоке ультраосновных, щелочных и карбонатитовых массивов. Наиболее крупные из них (до 40 км^2) сосредоточены в Кольском мегаблоке (Ковдор, Вуориярви и др.), где они контролируются глубинными трансформными разломами. Два массива (Африкайда и Лесная варака) локализуются в зоне сочленения Беломорского и Карельского мегаблоков в Северной Карелии. В строении этих многофазных интрузий участвуют породы гипербазитовой и карбонатитовой серий.

Наиболее молодая магматическая деятельность в пределах Карело-Кольского геоблока проявилась в образовании уникальных массивов агпаитовых нефелиновых сиенитов – Хибинского и Ловозерского – размерами 1330 и 600 км^2 соответственно. Интрузии многофазные, овальной формы. Хибинский массив сложен хибинитами, фойяитами, рисчорритами, ийолит-уртитами, нефелиновыми сиенитами и карбонатитами; Ловозерский –нефелиновыми сиенитами, рисчорритами, ювитами,

уртитами, луявритами. Становление их связано с герцинской тектоно-магматической активизацией. В кровле массивов находятся ксенолиты верхнедевонских осадков. Положение массивов контролируется зоной глубинных нарушений северо-восточного простирания, к которой приурочен также небольшой (350км ^{2}) Контозерский массив пироксенитов, мельтейгитов, нефелиновых и щелочных сиенитов.

В настоящее время как на Кольском п-ове, так и в Карелии известны кимберлитовые трубки, возраст которых определяется как $Д_3 – С_1$. Наибольшее число трубок выявлено на Терском берегу и в северном Заонежье.

При рассмотрении метаморфических процессов, проявленных в породах, которые слагают восточную часть Балтийского щита, его южные склоны и фундамент Русской плиты, принят принцип выделения метаморфических фаций, объединяемых в фациальные серии, которые отвечают различным плотностям тепловых потоков.

Раннеархейские гнейсы, кристаллические сланцы и магматические образования испытали многократное проявление метаморфических процессов. Древнейшие из них протекали в условиях гранулитовой фации умеренных давлений и (синхронно или же

вслед за этим) в высокотемпературных условиях амфиболитовой фации и ультраметаморфизма. Ареальное развитие ультраметаморфизма оценивается как кульминация термодинамической активизации коры, обусловившей подъем уровня внутрикорового гранитообразования в пределы супракристальных толщ и их вещественную гомогенизацию. Эндогенные процессы этого этапа привели к формированию, так называемого, диоритового и части гранито-гнейсового слоев коры, возрастанию общей её мощности и относительной консолидации в интервале 2,9-3 млрд.лет.

Региональный метаморфизм позднеархейского этапа проявился в пределах Кольского мегаблока преимущественно в условиях амфиболитовой фации умеренных, а затем малых глубин (кианит-силлиманитовая и андалузит- силлиманитовая фациальные серии). Более высокотемпературные преобразования пород, степень которых достигала гранулитовой фации низких давлений, имели место только в южных окраинах Терского и Лоттинского сегментов. В Карельском мегаблоке, напротив, степень позднеархейского метаморфизма возрастала от периферии к центральной области мегаблока, от зеленосланцевой до высокотемпературной амфиболитовой (и гранулитовой) фации. В беломорском мегаблоке синхронный метаморфизм протекал в условиях амфиболитовой фации особо высоких давлений (8-11 кбар).

Региональный метаморфизм сопровождался образованием гранитоидов мигматит-анатектитового комплекса в интервале 2,8-2,7 млрд. лет. Интенсивная, но неравномерная гранитизация коры была связана со структурной дифференциацией позднеархейских (протосенклинальных) поясов на прогибы и внутренние поднятия. В пределах последних ультраметаморфическая гранитизация и сопряженный с ней реоморфизм древнейших пород диоритового слоя проявились ареально. Изначальные гранулитовые минеральные парагенезисы сохранились здесь лишь на отдельных площадях, расположенных среди обширных полей диафторитов.

В раннем протерозое имели место два цикла метаморфических событий, протекавших в сходных термодинамических режимах и поэтому не всегда различавшихся в пределах Карело-Кольского геоблока.

В Кольском мегаблоке архейские образования вдоль активизированных тектонических швов испытали низкотемпературный метаморфизм фации альмандиновых амфиболитов. Супракрустальные толщи карельского комплекса в пределах этого тектонического района обнаруживают двухэтапный зональный метаморфизм. В западной части Печенгско-Варзугской мобильно-проницаемой зоны отмечается постепенная смена пумпеллиит-пренитовой фации вначале зеленосланцевой, а затем амфиболитовой фаций (низкотемпературной субфацией фации альмандиновых амфиболитов умеренных и повышенных давлений). В восточных частях этой же зоны и Центрально-Кольского сегмента, а также в пределах Кейвско-Поросозерской мобильно-проницаемой зоны доминировали низкотемпературные условия, соответствующие фации альмандиновых амфиболитов силлиманит-кианитовой фацильной серии.

В Беломорском мегаблоке в процессе раннепротерозойского метаморфизма породы были преобразованы в высокотемпературных условиях амфиболитовой фации высоких давлений, а на северо-западе вначале умеренных (2,4 млрд. лет), а затем низких (1,9-1,8 млрд. лет). Вдоль границы Кольского и Беломорского мегаблоков с возрастом 1,95 млрд.лет связывается формирование в режиме повышенных давлений, достигающих 11-12 кбар, метаморфического пояса лапландских гранулитов.

В Карельском мегаблоке с раннепротерозойским этапом связан низкотемпературный зеленосланцевый метаморфизм, локализованный главным образом вблизи активизированных зон сочленения внутренних блоковых структур. Только в пограничной полосе с Беломорским мегаблоком, в пределах Восточно-

Карельской мобильно-проницаемой зоны, степень преобразования пород достигает амфиболитовой фации повышенных давлений.

В краевой восточной зоне Свекофеннского геоблока, включающей район Северного Приладожья, на конечном этапе раннепротерозойского развития проявился зональный, в основном малоглубинный метаморфизм, который сопровождался интенсивной гранитизацией, почти полностью переработавшей породы докарельского фундамента. Степень метаморфизма здесь возрастает по направлению к осевой части зоны от зеленосланцевой фации до субфации куммингтонитовых амфиболитов, а местами и до гранулитовой фации.

Периодизация докембрийских геологических событий восточной части Балтийского щита традиционно осуществляется на геоисторической основе. При этом используются разнообразные, но обычно взаимосвязанные методы анализа: орогенических фаз, тектоно-магматических (метаморфических) циклов, хроностратиграфический, формационный и геолого-радиологический. Выделяемые периоды, циклы, этапы и соответствующие им структурно-вещественные комплексы могут быть рассмотрены как в рамках традиционно используемого учения о геосинклиналях, базирующегося на позициях фиксизма, так и с позиций тектоники плит (или новой глобальной тектоники).

На основе представлений о геосинклиналях по совокупности данных о тектоническом развитии территории в её геологической истории выделяются пять крупнейших этапов: прогеосинклинальный в раннем архее (от ≈ 4000 до 3200 млн. лет), протогеосинклинальный в позднем архее (3200 – 2500 млн. лет), проорогенный переходный в начале раннего протерозоя (2500 – 2300 ± млн. лет), протоорогенный (2300 – 1650 млн. лет) и субплатформенный, завершающий стабилизацию кристаллического фундамента Русской плиты в конце раннего протерозоя (1650). На последнем этапе полициклического развития восточной части Балтийского щита произошло обособление Свекофенского геоблока. Формирование подвижного пояса свекофенид происходило в условиях миогеосинклинального режима в период осадкообразования и интенсивного магматизма на рубеже 1920-1650 млн. лет. Существенное значение в формировании современного эрозионного среза земной коры на Балтийском щите имели последующие (последокембрийские) процессы тектоно-магматической активизации, включая неотектонические процессы и эпейрогенез.

Концепция неомобилизма (новая глобальная тектоника) базируется на сходстве архейских зеленокаменных комплексов восточной части Балтийского щита с

вулканогенно-осадочными образованиями молодых островных дуг, коматиитов с вулканитами океанической абиссали, суборогенных структурно-вещественных комплексов с рифтогенными, зон тангенциального сжатия и формирования эклогит-гнейсовых ассоциаций с зонами субдукции и т.п. При этом большое внимание уделяется выявлению специфических особенностей докембрийского тектоногенеза, в частности, диагностике архейских гранулито-гнейсовых протоконтинентов и их соотношений с обрамляющими зеленокаменными поясами. Сторонники этих представлений, сохраняя основные возрастные рубежи крупнейших этапов развития восточной части Балтийского щита, рассматривают последовательность геологических событий с точки зрения общих закономерностей эволюции земной коры.

В соответствии с этими представлениями древнейший ранне-архейский этап развития территории рассматривается как этап формирования регионально распространенной океанической и континентальной палеокоры. Он характеризуется наличием образований гранитоидного состава (плагиогранит-тоналитового ряда), условно называемых "серыми гнейсами" и сопоставляемых с детально изученными гнейсами Уивак Лабрадора и гнейсами Амитеок Западной Гренландии (3.8 – 3.6 млн. лет). Представления о генезисе " серых гнейсов" различные, преобладает точка зрения об их эндогенном , мантийном происхождении. "Серые гнейсы" рассматриваются как фундамент зеленокаменных поясов позднего архея.

Позднеархейский этап на Балтийском щите, как и на других щитах планеты, характеризуется дифференциацией древней коры и формированием древнейших кратонов, включающих в себя гранито-гнейсовые поля с реликтами гранитизированных зеленокаменных образований и зеленокаменные пояса, так называемого, второго (лопийского) уровня.

Широко проявленная на рубеже 2.6 – 2,8 млрд. лет интенсивная гранитизация привела к формированию жестких блоков земной коры и образованию в периферических частях зеленокаменных поясов плагиогранитов, нормальных и в основном калиевых гранитов, часто способствовавших исчезновению нижних частей разреза. В связи с этим вопрос о нижней границе и фундаменте зеленокаменных поясов не имеет однозначного решения.

В раннем протерозое характер тектонического развития территории усложнился. Это привело к возникновению еще большей дифференциации и контрастности строения земной коры. На консолидированных блоках заложились рифтообразные структуры. Формирующие их вещественные комплексы, обладая некоторым сходством

с позднеархейскими зеленокаменными поясами, отличаются от последних рядом геологических, петрологических, формационных, металлогенических и других особенностей. Раннепротерозойский этап завершился окончательной консолидацией земной коры, после чего наступил длительный период эрозии и формирования мощной коры выветривания.

Позднепротерозойский этап характеризуется формированием отдельных локальных депрессий и поднятий, возникновением серий глубинных разломов различных направлений, ограничивающих Балтийский щит с юго-востока и северо-востока, а также определивших заложение авлакогенов в южной части щита. По мнению ряда исследователей, с этим этапом связано проявление процессов протоактивизации, отчетливо выраженных в южной и юго-западной Карелии.

С палеозойским этапом связано проявление процессов тектонической и тектоно-магматической активизации, особенно интенсивно выраженной в пределах Кольского п-ова, где образовались крупные интрузии

центрального типа щелочно-ультраосновных комплексов с карбонатитами, а также массивов нефелиновых сиенитов.

Учитывая всё вышесказанное, история геологического развития Карело-Кольского региона представляется в следующем виде (поэтапно).

Саамский этап (более 4000-3150 млн. лет) – характеризуется вначале первично-базальтоидным состоянием коры. Далее термально-тектонические события приводили к дифференциации базальтоидов и формированию примитивной континентальной коры от эндербит-диоритового до тоналит-плагиогранитного состава. Преобразование гонкой мобильной базальтовой коры в более жесткую гранитоидную происходило по модели «тектоники горячих точек». По космическим снимкам выделяются крупные кольцевые структуры, которые размещаются в областях с сиалическим типом коры и фиксируют термально активные центры куполообразования. На современном эрозионном уровне саамский комплекс представлен гнейсами, амфиболитами, ферролито-кварцитами и гранулитами. Среди этих пород широким развитием пользуются гранитоиды с преобладанием существенно натриевых разностей. Основные породы представлены различными габброидами и габбро-норитами друзитовой серии.

Лопийский этап подразделяется на два подэтапа – ранний и поздний.

В раннем лопии (3150-2900) на более жестких участках примитивной коры закладываются две гранит-зеленокаменныек системы: Карельская и Кольская.

Беломорская область испытала региональные термально-тектонические преобразования и была превращена в ортогнейсовый пояс.

В позднем лопии (2900-2500) зеленокаменные системы продолжают развитие. Среди вулканитов появляются ультрамафиты, в том числе коматиитовой серии, и лептиты. Беломорский ортогнейсовый пояс испытывал растяжение и более тяжелая Беломорская плита поддвигалась под Карельскую и Кольскую, вызывая появление характерных для зон субдукций известково-щелочных комплексов: андезитов, калиевых липаритов, габбро-плагиогранитных и диорит-гранитных серий. В конце позднего лопия в Карельской и Кольской кратонизированных областях была сформирована зрелая континентальная кора полного профиля; в Беломорской области сохранилась субконтинентальная кора.

Лопийский комплекс распространен в зонах сочленения структур блокового типа, но нередко сохраняется и внутри блоков обычно в виде лентовидных синформ, расположенных среди гнейсо-гранитов цепочко или кулисообразно. От саамских, преимущественно гнейсо-амфиболовых серий лопийские образования резко отличаются наличием конгломеретов, кварцитов, углеродсодержащих сланцев, хорошей сохранностью первичной слоистости, псаммитовых, миндалекаменных, шаровых, брекчиевых и других структур и текстур. В составе обломков базальных конгломератов присутствуют гнейсы и амфиболиты саамского комплекса и мигматизирующие их плагиогранитоиды. В ряде случаев устанавливается четкое структурное несогласие между архейскими комплексами, хотя чаще всего раздел между ними замаскирован в результате позднейших тектонических движений и интрузивной деятельности. Мощность пород лопийского комплекса от 900 до 7000 м. В строении нижней части разреза, развитого в пределах или вблизи мобильных шовных зон, участвуют базальтовые (Хаутаварско-Койкарская структура) и перидотитовые коматииты (кумбуксинская структура), что подтверждает правомерность сопоставления этого комплекса с другими зеленокаменными поясами мира.

Лопийские гранитоиды характеризуются существенно калиевым составом, массивы гипербазитового комплекса по особенностям локализации и петрохимическим характеристикам близки к альпинотипным гипербазитам, отличаясь повышенной железистостью и более высоким содержанием титана.

На этапах карельского развития (500-1650) Карельский и Кольский массивы развиваются в режиме молодых платформ, формируются вулканические пояса с гипербазитами и расслоенными интрузивами, мульды и различные типы тафрогенных

структур. Беломорский пояс развивается в интеркратонную рифтогеналь, обуславливая систему надвигов в юго-западном и северо-восточном направлениях. В приосевых частях рифтогенали формируются пояса анатектит -гранитов и мусковитовых пегматитов. По окраинам появляются массивы центрального типа со щелочными габброидами, сиенитами и карбонатитами. На завершающем этапе формируются образования свекофенской подвижной области, проявленной в основном за пределами территории России в скандинавских странах. Предполагается новообразование океанической коры и её субдукция под Карельский континент с формированием характерных для этого структурно-вещественных комплексов: островодужных бассейнов, магматических дуг, окраинных морей с корой океанического типа (офиолитовая формация Оутокумпу в Финляндии) и краевых бассейнов (Сава-Ладожская зона). С завершением развития свекофенской подвижной зоны происходит кратонизация региона и всей Восточно-Европейской платформы с заложением граничных сбросов, отделяющих Балтийский щит от остальных её частей. На севере эти сбросы объединяются в систему «линия Карпинского», на юге – «флексура Полканова».

В современном разрезе супракрустальные образования карельского комплекса характеризуются наличием преимущественно конгломератовых толщ, несогласно залегающих на неровной поверхности фундамента, сложенного гнейсовыми толщами и архейскими гранитоидами. В основании разреза обычно лежат конгломерато-брекчии, состав которых определяется составом подстилающих толщ. Выше следует глубокослоистые пласты гранитных и полимиктовых конгломератов с прослоями гравелитов и аркозовых песчаников. В верхней части разреза в них встречаются прослои алевролитов, сланцев и пирокластических вулканогенных пород. Мощность образований от 1000 до 1200 м. Нижняя и верхняя границы карельского комплекса четко фиксируются по резкому угловому несогласию с подстилающими и перекрывающими комплексами. Протяжённость карельского времени около 1 млрд. лет от 500 до 1650 млн. лет.

В дальнейшем регион проходит длительный период платформенного развития (рифей, венд, фанерозой), сопровождающийся периодами тектоно-магматической активизации, этапами осадконакопления и денудации. За это время формируются породы платформенного чехла, слагающие, в настоящее время, южную часть территории. На Балтийском щите верхнепротерозойские образования имеют

ограниченное развитие, а палеозойские осадочные породы сохранились лишь в виде незначительных локальных выходов.

Готский (1650-1350) и ранне -байкальский (1350-1000) этапы активизации характеризуются развитием авлакогенов. Интрузивный цикл байкальского этапа начинается силлами и дайками долеритов нормального ряда, далее следует трубки взрыва, штоки и дайки субщелочных габброидов, последними внедряются дайки лампроитов, с которыми связаны и уже выявлены проявления алмазов.

Позднебайкальский этап (1000-570) выделен на основании появления после лампроитов вновь силлов и даек долеритов нормального ряда. Основным типом структур этой стадии является грабены, впадины и горсты, усложняющие ранее сформированные авлакогены.

В каледонский этап (570-385) преобладают вертикальные блоковые движения разных знаков. Магматизм затушеван более энергичным герцинским.

Герцинский этап (385-230) характеризуется интенсивным проявлением щелочного магматизма. В это время сформировались многочисленные массивы щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами, интрузии нефелиновых сиенитов с комплексным апатитовым и редкометальным оруденением и более поздние щелочные дайки и кемберлитовые трубки на берегах Белого моря.

Зоны тектоно -магматической активизации занимают секущее положение к более ранним региональным структурам. Специфическим элементом этого этапа являются Центрально-Кольская кольцевая структура, объединяющая в единую систему интрузии щелочных и щелочно-ультраосновных пород с Хибинским массивом в центре. Эта система рассматривается в качестве «горячей точки» на Кольском п-ве.

Более молодые тектоно -магматические события не оставили столь значительных следов в геологической истории региона, хотя они и проявляются в гидротермальной деятельности, зонах сейсмической активности и в формировании ландшафтов. Наиболее ярко проявились неотектонические движения. Они неоднократно изменяли рельеф и характер акватории Северо-Запада России. Об этом свидетельствует тот факт, что на Кольском п-ве современные морские отложения отмечаются на абсолютных высотах до 250 м.

1.1.2. Западная часть Фенноскандинавского щита.

К западной части Фенноскандинавского щита относится территория Норвегии, Швеции и Финляндии. Вообще всю эту территорию нельзя рассматривать как фундамент Восточно-Европейской платформы. Во-первых значительную площадь занимают образования завершенной каледонской складчатости. Кроме того, на этой территории сохранилась часть осадочного чехла Восточно-Европейской платформы. Да и сами докембрийские глубокометаморфизированные супракрустальные и интрузивные образования существенно отличаются от Карело-Кольских как по условиям образования, так и по возрасту.

По мнению М.А. Корсаковой ( ) в пределах щита четко выделяются три крупные геоструктурные области: Лапландско-Кольско-Карельская, Свекофенская и Дальсландская. Характеризуются они автономностью строения, различием истории геологического развития, временем становления докембрийской земной коры и металлогенической специализацией. Каждая из них имеет сложное внутреннее строение и подразделяется на структурно- формационные зоны и блоки разных порядков, сложенные разновозрастными геологическими комплексами.

Лапландско-Кольско-Карельская геоструктурная зона описана подробно в предыдущем разделе (1.1.1. Карело-Кольский регион).

Анализ имеющегося материала по Свекофенской и Дальсландской областей наиболее полно проведен М.А. Корсаковой и др. ( ) поэтому описание этих геоструктурных блоков приводится по их данным.

Свекофеннская область занимает центральную часть щита, заключающую южную Финляндию, юго-западную Карелию, центральную, юго-восточную Швецию, юго-восток Норвегии. Геологическое строение её определяется развитием нижнепротерозойского свекофеннского комплекса вулканогенно- осадочных пород и интрузивных образований поздних стадий раннепротерозойского тектоно-магматического цикла. Их формирование происходило в период с 2000 до 1650 млн. лет. Более ранняя история развития области пока не расшифровывается, поскольку достоверно не установлено образований древнее свекофеннских. Можно только предполагать, что заложение и развитие обширного бассейна происходило на коре континентального типа, аналогичной сформировавшейся к концу ятулийского времени в Лапландско-Кольско-Карельской области. Об этом свидетельствует налегание свекофеннских осадочно-вулканогенных образований, на архейские мигматит-граниты, ятулийские осадки и вулканиты. На территории Финляндии устанавливаются стратиграфические соотношения между свекофеннскими и подстилающими их

образованиями через конгломераты (Киихтелюсваара-Тохмаярви, Киурувеси), но чаще граница тектоническая.

Свекофеннские образования имеют мощность, достигающую 10 000 м., ими сложен ряд поясов, протягивающихся в субширотном и северо-западном направлении через всю область, а также значительное количество реликтовых участков различного размера и конфигурации среди гранитоидов синорогенного чарнокит-гранодиоритового комплекса.

В составе свекофенния выделяется нижняя существенно осадочная часть, средняя-вулканогенная и верхняя осадочная. Характерной и отличительной особенностью свекофеннских образований по сравнению с карельскими является флишоидный характер осадочных толщ, преобладание среди вулканитов кислых-средних дериватов, региональная гранитизация и мигматизация пород и, как правило, более сильная степень метаморфизма до амфиболитовой и гранулитовой фацией.

Для метаосадков нижнего и верхнего свекофенния типичны горизонты с известковистыми конкрециями. Местами в гнейсах и сланцах наблюдается порфиробласты граната, андалузита, кордиерита, ставролита. Наиболее сильно метаморфизованы нижнесвекофеннские осадочные породы внутренних частей области (юг центральной Швеции, южная Финляндия, южная часть Северного Приладожья), где они превращены в разнообразные гнейсы и кристаллические сланцы, частью пироксен-и амфиболсодержащие, редко сохраняющие признаки первичных пород.

Для среднего свекофенния характерно преобладание лав и туфов кислого состава в низах разреза и основного - в верхах. Среди вулканитов присутствуют пачки туфогенно- осадочных и карбонатных пород, нередко скарнированных. Отмечается затухание интенсивности кислого вулканизма в восточном направлении.

В период кратонизации Свекофеннской области продолжалось накопление в остаточных бассейнах терригенных и терригенно-порфировых толщ вепсия, локализующихся в юго-западной части геоструктуры (блок Смоланд в Швеции).

Раннепротерозойский интрузивный магматизм представлен преимущественно син-и позднеорогенными гранитоидными комплексами свекофеннской стадии; чарнокит-гранодиоритовым, мигматит-гранитовым, сформированными в довольно ограниченный интервал времени – от 1900 до 1730 млн. лет. Они слагают крупные батолитоподобные массивы, мигматит-плутоны и более мелкие тела различной конфигурации, занимающие в этой области не менее 50% современного эрозионного

среза. Во вмещающих супракрустальных породах с различной степенью интенсивности проявилось мигматизирующее влияние гранитоидных комплексов.

Существенно слабее выражен основной магматизм, формирующий наиболее ранний свекофеннский габбро-диоритовый комплекс, породы которого образуют мелкие массивы, неравномерно распределенные по всему Свекофеннскому мегаблоку.

Раннепротерозойский цикл завершился внедрением сложных габбро-сиенит-гранитового («граниты Смоланд» юго-восточной Швеции) и габбро-анортозит-рапакиви-гранитового интрузивных комплексов, локализующих в южной части области. Позднепротерозойский этап развития этой геоструктуры проявился в образовании рифейских осадочных и вулканогенно—осадочных комплексов в локальных синформных структурах (Мухос, Сатакунта в Финляндии, Дала в Швеции, Трюсиль в Норвегии и др.)и вендских спарагмитовых и др. отложений, развитых вдоль границы области с каледонидами. В этот период в западной части области формировались интрузии анортозит-сиенит-рапакиви-гранитового комплекса с возрастом 1400-1000 млн. лет, отмечающие период её стабилизации, а также силлы и лайки габбро-диабазов.

Дальсландская геоструктурная область занимает юго-западную часть Балтийского щита, располагаясь в пределах южной Норвегии и юго-западной Швеции. Она характеризуется примерно равноценным развитием на площади поздних раннепротерозойских и позднепротерозойских осадочно-вулканогенных и интрузивных образований.

Эта область чётко подразделяется на два блока: восточный - Свеконорвежский и западный - Норвежский, различающихся составом и возрастом слагающих их геологических комплексов, но объединенных характером и временем процессов, завершающих стабилизацию этих блоков.

Свеконорвежский блок сложен, в основном, раннепротерозойскими образованиями при весьма ограниченном развитии позднепротерозойских. Метаосадки и метавулканиты, нередко превращенные в гнейсы и сланцы, так называемого, готия западной Швеции, рассматриваются в составе свекофенния. Основанием для такой трактовки этих образований явились геологические соотношения их с радиологически датированными гранитами с возрастом 1600-1700 млн. лет и аналогичность структурно-вещественных характеристик пород с соответствующими образованиями Свекофеннской геоструктуры. К свекофеннским отнесены осадочно-вулканогенные породы серии Стора - Леманстранд в Швеции, сланцы и гнейсы в

районов Бамбле и Эстфоль в Норвегии, ими сложены два пояса в западной части Свеконорвежского блока, а также мелкие реликтовые структуры среди ортогнейсов южной части блока. Вепсийские вулканиты развиты фрагментарно среди гранитоидов в восточной и центральной частях Свеконорвежского блока.

Наибольшим площадным развитием в блоке пользуются образования гнейсо-гранитового и габбро-сиенит-гранитового комплексов.

Ими сложены восточная, центральная и северная части блока. Особенно широко представлены биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсо-граниты и гранито-гнейсы гнейсо-гранитового комплекса («красные» и «серые» доготские гнейсы юго-западной Швеции), которые, судя по сохранившимся среди них реликтовым участкам супракрустальных свекофеннских и вепсийских пород, а также имеющимся радиологическим датировкам (1650-1700 млн. лет), являются поздними раннепротерозойскими интрузиями. Гранитоиды габбро-сиенит-гранитового комплекса образуют крупные батолитообразные тела в районах Дала, Омоль, Трюсиль-Даларна. Их формирование происходило в интервале с 1750 до 1660 млн. лет.

Позднепротерозойские образования представлены осадками рифея и венда, небольшими интрузиями анортозит-сиенит-рапакиви-гранитового комплекса Арендаль, формирующегося в течении длительного времени (1 400 - 1 000 млн. лет), рядом массивов гранитов и магматит-гранитов (Бохус и др.) с возрастом 900 - 1000 млн. лет и телами довольно широко развитого в восточной части блока габбро-долеритового комплекса, образующегося в растянутом временном интервале (1 370 - 1 100 млн. лет).

Норвежский блок представлен исключительно поэднепротерозойскими осадочно-вулканогенными и интрузивными образованиями, находящимися примерно в равных количественных соотношениях.

Породы рифея , накапливающиеся в интервале 1 570 – 1 070 млн. лет, представлены разнообразными осадками, частью превращенными в гнейсы и гранито-гнейсы, лавами и туфами кислого-среднего состава. Они слагают крупную синклиналь Телемарк и характеризуются зональным метаморфизмом, изменяющимся от низких ступеней зеленосланцевой фации в центре структуры до амфиболитовой и даже гранулитовой на южном и западном крыльях её. Время гранулитового метаморфизма оценивается в 950 – 1000 млн. лет.

Интрузивный магматизм проявился в образовании преимущественно гранитоидных массивов. На крайнем юго-западе блока развиты две довольно крупные

интрузии анортозит-сиенит-рапакиви-гранитового комплекса – Ругалан и Эгерсун-Огна, а на остальной территории крупные тела наиболее молодых мигматит-гранитов и гранитов с возрастом 1 000-900 млн. лет. Выделяется несколько довольно крупных и значительное количество мелких тел габбро-долеритов.

Свекофеннская и Дальсландская области отличаются меньшим разнообразием рудных формаций , чем Лапландско-Кольско-Карельская область, снижением роли сидерофильных и напротив увеличением значения сидерофильно-халькофильных и литофильных рудных формаций . Одновременно отмечается увеличение промышленной значимости ряда формаций по сравнению с однотипными, развитыми в Лапландско-Кольско-Карельской области (например, полиметаллических).

Рассмотренные геоструктурные области разделяются зонами глубинных разломов: Лапландско-Кольско-Карельская и Свекофеннская – Ладожско-Ботнической зоной на юго-востоке, переходящей к северу в систему сопряженных субмеридиальных и северо-западных разломов; Свекофеннская и Дальсландская области – зоной так называемого «Свеконорвежского фронта».

Ладожско-Ботническая зона имеет сложное внутреннее строение. По её центральной части проходит глубинный разлом, вероятно, раннеархейского заложения, предопределивший различную историю развития разделяемых зоной областей. К север-северо-востоку от него достаточно широко развиты комплексы архейского фундамента и наложенные карельские структуры; к юго-западу от центрального разлома протягивается свекофеннский пояс осадочно- вулканогенных пород Виханти-Савонлинна и прорывающих их гранитоидов с локальными выступами архейских пород. Краевые разломы зоны ограничивает область развития активных многостадийных магматических, тектонических и, главным образом, рудообразующих процессов, приведших к формированию в пределах зоны месторождений медно-никелевых, медных, полиметаллических и др. руд.

Зона «Свеконорвежского фронта», представленная системой субмеридиональных глубинных разломов, характеризуется интенсивным рассланцеванием свекофеннских и вепсийских супракрустальных пород и гранитоидов и широким развитием тел основных пород – гиперитов, вытянутых вдоль её простирания и характеризующихся весьма длительным периодом формирования в интервале 1370-900 млн. лет.

Анализ особенностей геологического строения выделенных в пределах Балтийского щита трех геоструктурных областей позволил М.А. Корсаковой ( ) сделать следующие выводы.

Геологическое развитие Балтийского щита характеризуется отчётливой пространственно-временной направленностью. Время становления докембрийской земной коры с северо-востока на юго-запад меняется от позднеархейского в Лапландско-Кольско-Карельской геоструктурной области через раннепротерозойское в Свекофеннской области до позднепротерозойского в Дальсландской области. Геотектонический режим формирования и становления земной коры в каждой из геоструктурных областей имел свои отличительные особенности. Лапландско-Кольско-Карельская область является типичным архейским кратоном с характерным для неё структурами зеленокаменных поясов. Свекофеннская геоструктура представляет собой обширную подвижную область, рассматривавшуюся ранее в качестве системы готид, которые являются наиболее молодыми в составе Балтийского щита. Формирование земной коры в её пределах происходило в условиях, близких к миогеосинклинальным.

Каждый этап становления докембрийской коры сопровождался метаморфизмом гранулитовой фации, датируемым возрастами 2800, 1850 и 1000 млн. лет, с образованием гнейсов и кристаллических сланцев, сходных во всех геоструктурных областях. Это убедительно говорит о том, что само по себе наличие глубоко метаморфизованных пород ещё не является признаком их раннеархейского возраста, что априори принимается многими исследователями докембрия.

Отмечается некоторое упрощение в строении выделенных геоструктурных областей с востока на запад: сокращается количество и разнообразие развитых в их пределах геологических комплексов и выполняемых ими тектонических форм. По-видимому это является следствием уменьшавшегося временного интервала развития и становления геоструктурных областей, как крупных сегментов земной коры.

С этими выводами трудно не согласиться. На наш взгляд глубокометаморфизованные (до гранулитовой фации) комплексы с возрастным интервалом 1000 млн. лет широко развитые в дальсландской области никак нельзя сопоставлять с амфиболит-гранулитовыми комплексами Карело-Кольского региона, несмотря на их петрографическую схожесть. Скорее всего дальсландские комплексы можно параллелизовать с глубокометаморфизованным рифейским фундаментом Тимано-Печорской платформы. Отсюда и существенное различие в

металлогенической специализации Карело-Кольского региона и западной Фенноскандии.

Особое положение в геологическом строении западной Фенноскандии занимают образования Грампианской геосинклинали, так называемые каледониды. По данным Ф.М. Вокса ( ) Северо-Западная Европа принадлежит двум провинциям – восточной (Фенноскандинавской) и западной (Лаврентьевой), которые входили в единый древний континент Лавразию, расколовшийся в более позднее время. Инфраструктура региона может быть представлена в виде центрального палеозойского ядра (каледониды), вытянутого в субмеридиональном направлении. Вследствие более позднего спрединга палеозойское ядро раскололось и в настоящее время каледониды находятся по обе стороны Атлантики (рис.3). На флангах этого Каледонского пояса располагаются два элемента разобщенной Лавразии – Фенноскандия (часть эо – Европы) на востоке и Лаврентия (часть эо – Америки) на западе. Расположенный в центре меридиональной Каледонский орогенический пояс является главной геологической структурой региона. Он имеет длину более 3500 км при ширине 900 км. Сложно дислоцированные и иногда высоко метаморфизованные породы каледонид занимают почти всю западную часть Скандинавского полуострова, образуя пояс длиной 1700 км и шириной до 250 км. Далее каледониды появляются на юго-западе Северного моря, на большей части Шотландии, Уэльса и Ирландии.

По составу это вулканогенно-осадочные образования. Осадочные породы представлены спарагмитами, конгломератами, песчаниками, сланцами и алевролитами. Спарагмиты представляют собой грубозернистые песчаники, содержащие полевой шпат (микроклин), песчаники кварцевые и олигомиктовые. Конгломераты грубозернистые с хорошо окатанной галькой преимущественно кварца, а крупные (до 30 см) валуны представлены всеми разностями пород. Осадочные образования часто образуют флишоидные толщи. В зонах метаморфизма эти породы превращены в метаграувакки, филлиты и кварциты. Вулканиты, в основном, представлены базальтами, реже андезито-базальтами. Наиболее интенсивный метаморфизм их отмечается в разрезах ордовика. Например, в Вестлане и Треннелаге часто очень трудно определить по каким породам эффузивным или интрузивным образовались амфиболиты.

Из интрузивных пород в каледонидах отмечаются все разновидности гранитоидов, основных и ультраосновных пород, а также сиениты и монцониты. Широко распространены поля и рои даек гранит-порфиров, лампрофиров и долеритов.

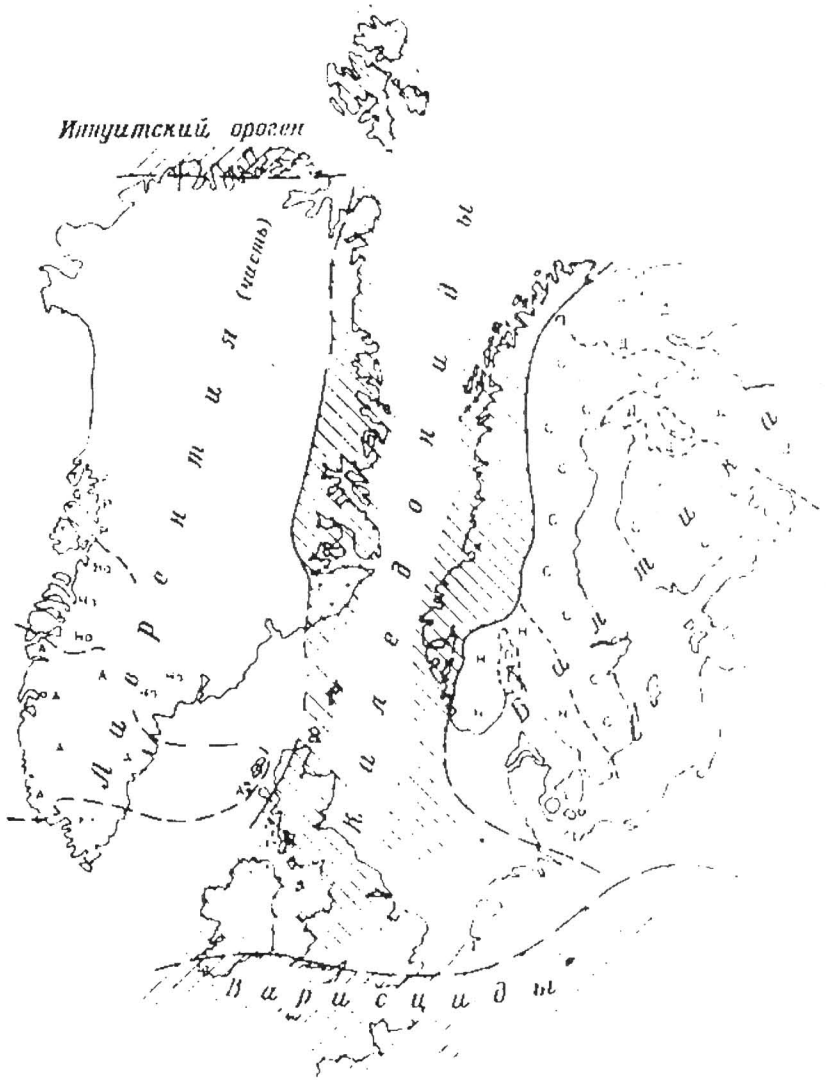


Рис. 3. Главные элементы структуры Северо-Западной Европы.

Нижнепалеозойские осадочные и магматические породы, образующие складчатую систему каледонид, сочленяются с докембрийскими образованиями по системе пологих надвигов. Таким образом, Скандинавский орогенический пояс чётко ограничен на востоке и юго-востоке аллохтонными породами, перекрывающими автохтонную серию каледонид, которые в свою очередь залегают с заметным угловым и стратиграфическим несогласием на пенепленизированной поверхности пород Фенноскандинавского щита.

Внутри самого орогенического пояса докембрийские породы образуют тектонические покровы или их части и выходят в виде тектонических окон (часто с купольной структурой), образовавшихся вследствие эрозии ниже уровня каледонских пологих надвигов. Они особенно широко проявлены вдоль шведско-норвежской границы. Вдоль атлантического побережья Норвегии докембрийские породы также выступают как части северо-западной передовой зоны каледонид. Местами они были вовлечены в каледонскую орогению, и нередко их трудно отличить от каледонского покрова.

О возрасте каледонских образований существуют много мнений, часто противоречивых, хотя осадочные породы содержат много фауны, в т.ч. и руководящих форм. На современных геологических картах возраст каледонид трактуется как кембрий-силур. На наш взгляд возрастной диапазон следует расширить и отнести к каледонидам спарагмитовую формацию, которую У. Хольтедаль ( ) относил к эокембрию, т.е. по современной терминалогии к венду. Таким образом, возрастной диапазон каледонид - венд-силур. В силуре проявилась наиболее интенсивная фраза складчатости, которая и закрыла каледонскую геосинклиналь. Все более молодые отложения, начиная с девона, очевидно, можно рассматривать как орогенный этап развития каледонид.

1.2. Север Русской плиты

В административном отношении эта громадная территория охватывает Калининградскую, Псковскую, Ленинградскую, Новгородскую, Вологодскою, Архангельскую области и часть Ненецкого Автономного округа.

С геологической точки зрения север Русской плиты относится к Восточно-Европейской платформе, которая как и все древние платформы состоит из двух этажей – нижний, представленный сложнодислоцированными, глубокометаморфизованными образованиями архея и нижнего протерозоя и верхний,

представляющий собой осадочный чехол, возраст которого охватывает верхний протерозой и фанерозой.

Образования фундамента выходят на дневную поверхность в пределах Фенноскандинавского щита и подробно описаны в разделе 1.1. «Карело-Кольский регион» поэтому в данном разделе будет описываться геологическое строение только осадочного чехла, время формирования которого охватывает рифей, венд и весь фанерозой .

Рифейские образования по данным изотопной геохронологии и сопоставлению с верхнедокембрийскими образованиями западного склона Урала и других областей Русской плиты относятся к среднерифейской (юрматиний) и верхнерифейской (каратавий) эротемам.

Наиболее полный разрез наблюдается в Оршанской впадине и Кристецком прогибе Среднерусского авлакогена.

К среднему рифею (юрматиний) (R_2) относятся крестецкая и коломенская свиты Крестецкого прогиба, распространенные разобщенно в его пределах, залегающие на породах фундамента и перекрытые первая-вендскими, вторая-верхнерифейскими отложениями.

Крестецкая свита (R_2 kr) вскрыта Крестецкими скважинами в северо-западной краевой части одноименного прогиба. Крестецкая свита сложена мелко –и разнозернистыми внизу (до грубозернистых в самом основании) красноцветными полевошпатово-кварцевыми песчаниками, чередующимися с алевролитами и реже аргиллитами, прорванными пластовыми интрузиями габбро-диабазов (мощностью 22 м) и диабазовых порфиритов (два пласта мощностью 10 и 13,5 м), вверху – преимущественно туфами, туффитами и туфобрекчиями с подчиненными прослоями песчаников. Структура диабазов офитовая, основная масса представлена таблитчатыми кристаллами плагиоклаза и калиевого полевого шпата, а также рудными минералами (гематит, магнетит). Порфирит состоит главным образом из плагиоклаза и рудных с порфировыми вкрапленниками плагиоклаза призматической, реже таблитчатой формы. Её нижняя граница - с гнейсами и верхняя – с песчано-глинистыми породами валдайской серии венда - резкие и чёткие. Мощность свиты достигает 654 м.

Крестецкая свита признана одним из наиболее вероятных аналогов уральского юрматиния на Русской платформе. Радиологический (К-А) возраст габбро-диабазов,

рвущих крестецкие песчаники, 1245-1345 млн. лет, туффитов верхней части свиты – 1180 млн. лет.

Коломенская свита вскрыта в приосевой части Крестецкого прогиба. Она залегает на розовых кварцитах типа западноонежских пород вепсия, перекрыта верхнерифейскими отложениями. Нижняя и верхняя границы её отчётливые. В нижней части сложена преимущественно серыми аргиллитами с редкими маломощными прослоями карбонатных пород, вверху–светлыми полевошпатово-кварцевыми песчаниками с прослоями зеленовато-серых аргиллитов. Мощность свиты 174 м.

К среднему рифею коломенская свита отнесена на основании её сходства с вологодской серией Солигаличско-Яренского и вирюгской свитой Лешуконско-Сафоновского прогибов и со среднерифейской четласской свитой Тимана.

Верхнерифейские (каратавий) отложения (R_3) представлены бологоевской свитой Крестецкого прогиба и оршанской свитой Оршанской впадины.

Бологоевская свита пройдена на полную мощность (1001м.) Бологоевской скважиной (глубина 1630-2631м) и вскрыта (195 м) Валдайской скважиной (глубина 1476-1671 м). Свита с перерывом залегает на светлых песчаниках коломенской свиты юрматиния (скв. Бологоевская), перекрывается с размывом и азимутальным несогласием валдайской серией венда (скважины Бологоевская и Валдайская). Верхняя часть свиты в районе г. Валдай отличается от разреза Бологоевской зоны большей грубостью обломочного материала песчаников с примесью зерен гравия и мелких галек.

Оршанская свита вскрыта лишь на 26,8 м в приосевой части одноименной впадины и пройдена на полную мощность (35,6 м) на её восточном берегу, в зоне выклинивания, где залегает на кристаллическом фундаменте. Перекрывается свита вильчанской серией венда, граница с которой фиксируется сменой состава отложений. Представлена оршанская свита буровато-оранжевыми кварцевыми песчаниками с регенерационным кварцевым цементом. Основная область распространения свиты располагается к югу от рассматриваемой территории.

Бологоевская и оршанская свиты относятся к верхнему рифею на основании сходства с полесской серией Волынского прогиба, радиологический (К- А) возраст которой 1040-1175 млн. лет.

В составе вендских образований в региональной стратиграфической шкале выделяется четыре горизонта - лапландский, реднинский, котлинский и ровенский. Лапландский горизонт соответствует нижнему отделу венда и имеет ограниченное

распространение. В основном он присутствует в разрезах московской синеклизы, где с резким угловым несогласием залегает на породах фундамента. Представлен он гравелитами, песчаниками, аргиллитами и вулканомиктовыми песчаниками.

Верхний отдел распространен практически несовместно. По структурно-фациальным особенностям и типам разрезов на севере Русской плиты можно выделить ряд районов, в пределах которых происходят фациальные изменения вендских разрезов.

В пределах Ладожской моноклинали разрез представлен старорусской, котлинской и воронковской свитами валдайской серии. По составу это различные сочетания песчаников, алевролитов, гравелитов и глин. Общая мощность около 700 м. Завершает разрез московская свита, представленная песчаниками, алевролитами переслаивающимися с голубыми глинами.

В пределах Онежской моноклинали разрез вендских отложений фациально сходен с разрезом Мезенской синеклизы и представлен усть-пинежской свитой редкинского горизонта и мезенской свитой котлинского горизонта.

В Северо-западном крыле Московской синеклизы, разрез валдайского комплекса отличается от разреза Юго-западного крыла синеклизы своей полнотой, иногда степенью детальности расчленения. Здесь отсутствуют древлянская серия и плетеневская свита редкинской серии, в большем объеме представлена верхняя подсвита гаврилов-ямской свиты, на любимской свите залегает некрасовская свита основания балтийской серии, относящаяся к ровенскому горизонту верхнего венда.

Состав вендских отложений во всех зонах отличается весьма незначительно.

Палеозойские отложения очень широко распространены на севере Русской плиты и слагают около 90% этой территории. Представлены они всеми шестью системами-кембрий, ордовик, силур (ограничено и только на западе), девон, карбон и пермь.

Кембрийские отложения распространены на большей части рассматриваемой территории, кроме узкой полосы вдоль южного берега Финского залива, где они эродированы в предчетвертичное время, и района Нелидово-Старица на юго-востоке – размыты в преддевонское время. Кембрий представлен всеми тремя отделами, сложен морскими и прибрежно-морскими песчано-глинистыми осадками. Они залегают несогласно с перерывом на валдайской серии венда и перекрываются также с несогласием ордовикскими, а в районе дер. Кувшиново и г. Нелидово -девонскими отложениями. На севере территории, в предглинтовой зоне, кембрийские отложения

выходят на поверхность под покровом четвертичных образований (10-50 м) и местами обнажаются по долинам рек.

Мощность кембрийских отложений на западе и северо-западе территории составляет 70-100 м, сокращаясь на крыльях Локновского поднятия до полного выклинивания на его своде; в центральной части (районы городов Ст. Русса, Валдай и ст. Бологое) она достигает 153-185, увеличиваясь до 205 м в районе г. Пестово – д. Максатиха и уменьшаясь на юго-восток до 75 м (скв. Кувшиновская).

Наиболее полные разрезы кембрия описаны в Нарвско-Таллинском прогибе и в северо-западной части Московской синеклизы.

Нижняя граница здесь фиксируется очень нечетко. Она проходит внутри балтийской серии, между ровенским и лонтаваским горизонтами, внутри ломоносовской свиты. Нижняя часть свиты содержит акритархи венда, а верхняя часть акритархи нижнего кембрия. Поэтому возраст ломоносовской свиты считается верхневендский-нижнекембрийский. Мощность её не превышает 25 м. Далее идёт сиверская свита, представленная глинами с пиритом и глауконитом. Завершает нижний отдел тискрейская свита, представленная алевролитами, песчаниками и песками.

Средний отдел представлен саблинской свитой, которая в наиболее полных разрезах Московской синеклизы соответствует амгинскому и майскому ярусами. По составу это в основном пески и песчаники с редкими прослоями глин.

Верхнекембрийские отложения распространены на большей части территории, выклиниваясь лишь на северо-западе Ленинградской области, а также на юге, где они уничтожены преддевонской эрозией.

Верхнекембрийские отложения залегают с перерывом на отложениях среднего кембрия, перекрываются с размывом ордовикскими образованиями, нижняя и верхняя границы, отчётливые. Представлены они ладожской свитой, которая сложена пачками переслаивающихся песков, песчаников, алевролитов и глин. Самые верхние части позднего кембрия отмечаются в Нарвско-Таллинском прогибе, относятся они к володарскому горизонту, который представлен здесь ломашкинской свитой. По составу это мелкозернистые песчаники с мелкими линзовидными прослойками глин. Возраст свиты определен по многочисленным остаткам беззамковых брахиопод.

Ордовикская система представлена нижним, средним и верхним отделами. Ордовикские отложения распространены повсеместно, кроме северной и южной частей региона и свода Локновского поднятия. Они выходят на дочетвертичную поверхность на Ордовикском плато вблизи глинта, где обнажаются по рекам. На

остальной площади они вскрываются скважинами и искусственными выработками. Разрез ордовика отличается полнотой и непрерывностью и содержит многочисленные, разнообразные, хорошо сохранившиеся органические остатки.

На рассматриваемой территории в ордовике выделяются три крупные структурно-фациальные зоны: Западная, Центральная и Восточная. Первые два из них отвечают соответственно частям Западно-Прибалтийской структурно-фациальных зон Прибалтики, третья- совпадает с западной частью Московской синеклизы. Общее простирание ордовских отложений почти широтное, падение на юг-восток под углом 10-15′, мощность колеблется от 100-200 в Центральной структурно- фациальной зоне до 300 м в Восточной (скв. Пестовская). В Юго-Восточной Латвии мощность достигает 235 м.

Залегают ордовикские отложения на большей части территории на породах нижнего и среднего кембрия с отчётливым стратиграфическим несогласием. В случае залегания их на верхнем кембрии перерыв в осадконакоплении незначительный и граница устанавливается с трудом. Перекрываются они преимущественно породами нарвского горизонта среднего девона, на северо- востоке – верхнего девона, на юго-западе- силура, на ограниченной площади – четвертичными отложениями.

Представлены ордовикские отложения известняками, нередко глинистыми и доломитизированными, мергелями с фауной. Пески, аргиллиты, глины, обычно также с органическими остатками, находятся в основном в нижней части разреза, в среднем ордовике встречаются прослои горючих сланцев.

К востоку региона полнота ордовикского разреза уменьшается. В мезеньской синеклизе отмечается крупное стратиграфическое несогласно между средним и верхним ордовиком, так как в разрезе отсутствует отложения пяти верхних горизонтов карадокского яруса среднего ордовика и низы ашгильского яруса верхнего отдела.

С точки зрения геологических формаций все три отдела представлены морскими формациями с различными сочетаниями известняково-доломитовых, глинистых и песчаных разностей.

Силурийские образования пользуются весьма ограниченным распространением на данной территории. Уже в конце ордовика бассейн осадконакопления стал резко сокращаться и процесс этот усилился в силурийское время. В результате на севере Русской плиты силурийские отложения известны лишь в Восточной Латвии и на юго-западе Псковской области. Представлены они нижним отделом в составе лландоверийского и венклокского ярусов. Залегает он трансгрессивно на карбонатных

породах ордовика и со стратиграфическим несогласием перекрывается девонскими отложениями. В соответствии с условиями залегания в западном и северо-западном направлении увеличивается полнота разреза и мощность, которая изменяется от 10 до 200 м. Отложения повсеместно представлены глинистыми и карбонатными породами морского и логунно-морского генезиса.

На востоке, в мезеньской синеклизе силур отсутствует. Однако в её обрамлении на полуострове Канин и на северном Тимане мощность нижнесилурийских отложений достигает 300 м.

Наиболее полно силурийские отложения представлены в Балтийской синеклизе, в пределах которой они распространены весьма широко. Здесь выделяются оба отдела – нижний и верхний. Сложены они темно-серыми, иногда с коричневым оттенком алевритистыми, глинистыми и известковистыми мергелями с прослоями доломитизированных известняков и глин (нижний отдел). В верхнем отделе преобладают темно-серые, слюдистые глины и глинистые мергели с маломощными прослоями органогенно-детритовых известняков. Мощность силурийских образований в Балтийской синеклизе достигает 600 м.

Девонские отложения распространены весьма широко. Они относятся к, так называемому главному девонскому полю. Залегают несогласно на кембрийских, ордовикских и на юго-западе на силурийских отложениях. Представлен девон всеми тремя отделами, общая мощность которых достигает 800 метров. Девонские отложения представлены песчано-глинистыми, глинисто-карбонатными породами морского, прибрежно-морского, лагунного и континентального генезиса.

Наиболее полный разрез девонских отложений вскрыт на юге Латвийской седловины, в центральной части и северо-западном крыле Московской синеклизы. Нижний отдел представлен верхами эмсского яруса, которому соответствует резекненский горизонт, в объёме одноименной свиты. По составу это песчаники, алевролиты, доломитовые мергели с прослоями глин и доломитов. Мощность резекненского горизонта варьирует от 7 до 25 м. Нижняя граница чёткая, так как эмсские отложения ложатся с несогласием на различные горизонты от верхнего венда до нижнего силура включительно.

Средний девон представлен эйфельским и живетским ярусами. Эйфельские отложения в основном согласно ложатся на нижний девон. В некоторых разрезах (лужская моноклиналь) они образуют единую толщу (ваулинская), которая датируется как $Д_{1-2}$. По составу это переслаивающиеся пестроцветные, светлоокрашенные пески и

песчаники с прослоями глин, алевролитов, мергелей и доломитов. Мощность эйфельских отложений колеблется от 150 до 250 м.

Живетские отложения распространены весьма широко. Во многих разрезах фиксируется стратиграфическое несогласие, с которыми они залегают на эйфельских образованиях. Представлен живетский ярус старооскольским (буртниекским) горизонтом, мощность которого варьирует от 65 до 95 м. По составу это разноцветные пески, песчаники и алевролиты с прослоями глин.

Верхнедевонские отложения представлены франским и фаменским ярусами, каждый из которых делится на нижний, средний и верхний подъярусы. Общая мощность верхнедевонских отложений 550 м, они занимают большую часть поверхности главного девонского поля. Образования франского яруса залегают с небольшими угловым несогласием на неравномерно денудированной поверхности среднедевонских отложений, а на востоке Лужско -Ладожской моноклинали на среднеордовикских отложениях. Разрез франского яруса меняется от сугубо терригенного в нижней части до доломитизированных известняков в средней части, что свидетельствует о трансгрессивном цикле. Затем начинается регрессия. Верхнефранские образования часто несогласно залегают на более низких горизонтах и в них опять начинают преобладать песчанистые разности. Фаменские образования залегают трансгрессивно на ливенском горизонте. Мощность их меняется от 130 м на северо-западном склоне Московской синеклизы до 230 м в её центральной части. Фациально, фаменские отложения представлены практически всеми разновидностями-морскими, лагунно-морскими, прибрежно-лагунными и, возможно, континентальными. По составу это в основном мергели, известняки, глины, алевролиты с прослоями песчаников. В пределах Латвийской седловины отсутствуют образования практически всего среднего и верхнего фамена, которые отмечаются в пределах Исковско-Демянской зоны.

В Мезеньской синеклизе разрез менее полный. Здесь отсутствуют низы эмсского яруса, причём в отличие от Московской синеклизы в разрезах верхней части эмсского яруса отмечаются линзы базальтов.

Каменноугольные отложения широко распространены в центральной части Московской синеклизы (северо-западная окраина Подмосковного каменноугольного бассейна) и в Мезеньской синеклизе.

Каменноугольные отложения протягиваются в северо-восточном направлении широкой полосой, образуя так называемый «Карбоновый уступ», ширина которого в

южной части достигает 250 км, уменьшаясь к северо-востоку, вплоть до полного выклинивания в акватории Мезеньской губы.

Наиболее полный разрез отмечается в осевой части Московской и в Мезеньской синеклизе. Здесь каменноугольные отложения представлены всеми тремя отделами, мощность которых достигает 576 м Они представлены карбонатно-терригенными и терригенно-карбонатными образованиями. Залегают каменноугольные отложения несогласно на верхнедевонских, а в мезеньско-пинежской структурно-фациальной зоне и на верхневендских образованиях. Увеличение и полнота разреза отмечается по направлению с юго-запада на северо-восток. Так в Феровско-Андреапольской структурно-фациальной зоне имеются только отложения турнейского и визейского ярусов, в Тихвинско-Боровичской зоне разрез наращивается до московского яруса включительно, а на Котельническом своде описаны отложения всех ярусов нижнего, среднего и верхнего карбона.

Пермские образования на поверхности севера Русской плиты выходят лишь в Вологодской и Архангельской областях. Мощность их увеличивается с запада на восток от 300 до 845 м. Наиболее полный разрез отмечается в Вятско-Кобрской структурно-фациальной зоне, занимающей Котельнический свод и часть Вятского мегавала.

Нижний отдел представлен ассельским и сакмарским ярусами, затем отмечается перерыв в объеме артинского и кунгурского веков и далее со стратиграфическим несогласием залегают отложения всех ярусов верхней перми. Породы представлены преимущественно окремненными и загипсованными карбонатными образованиями с пластами гипса, ангидрита и калийной соли, а в верхах разреза преобладают терригенно-карбонатные отложения, местами с примесью туфогенного материала.

В пределах Балтийской синеклизы пермские отложения распространены повсеместно и залегают с угловым и стратиграфическим несогласием на размытой поверхности верхнего силура.

Нижнепермские отложения представлены гравелитами, песчаниками, конгломератами с галькой и гравием. Верхний отдел представлен казанским и татарским ярусами. В составе Казанского яруса выделяется несколько свит, в том числе и соленосная. Сульфато-галогенная толща залегает на доломитах и состоит из трех пачек –подсолевых ангидритов, каменной и калийной солей и надсолевых ангидритов. Мощность соленосной толщи достигает 160 м.

Триасовые образования севера Русской плиты следует рассматривать отдельно для московской и мезеньской синеклиз.

В Московской синеклизе триасовые отложения распространены крайне ограниченно и представлены континентальными терригенными образованиями нижнего отдела мощностью до 180 м. Триасовые отложения, выполняющие осевую часть мезеньской синеклизы представлены глинами, песками, алевритами, алевролитами и конгломератами общей мощностью до 340 м. Полнота разреза увеличивается с юга на север. Наиболее полный разрез отмечается в северо-восточной части Мезеньской синеклизы в Сафоновской структурно-фациальной зоне. Здесь представлены все три отдела триасовой системы, но эту часть уже следует относить к Тимано-Печорской платформе.

Юрские отложения мощностью до 40 м относятся к среднему и верхнему отделам системы (келловейский и оксфордский ярусы). Распространены они на весьма ограниченной площади в пределах Грязовецкого прогиба. В них отмечены скудные органические остатки, которые в сочетании с литологическим составом позволяют рассматривать их в качестве терригенных континентальных образований.

Меловые отложения распространены в виде небольших площадей в грязовецком прогибе. Они имеют мощность 9 м и представлены терригенными образованиями валанжинского яруса нижнего отдела. Слои с ископаемой валанжинской фауной выделены в грязовецкую толщу и отнесены к печорскому горизонту.

Палеоген-неогеновые образования занимают небольшие разрозненные островки в Грязовецком прогибе. Относятся они к среднему и верхнему палеогену (эоцен, олигоцен) и к нижнему неогену (плиоцен). Суммарная мощность этих отложений не превышает 50-60 м.

Нижний палеоген (палеоцен) известен только в Балтийской синеклизе. Представлен он алевритами темно-серыми кварцево- глауконитовыми с большим количеством слюды, с включениями гравия кварца с обломками серых и темно-серых алевролитов часто окремненных. Мощность палеоценовых отложений 7 м.

На тектоническое строение севера Русской плиты существенное влияние оказывает строение кристаллического фундамента. Современный структурный план поверхности фундамента находит отражение в основных особенностях строения платформенного чехла.

В понижениях фундамента в рифее были сформированы крупные авлакогены такие, как Среднерусский и Оршанский. В их пределах формировалась целая серия прогибов и грабенов (Крестецкий, Пашский и т.д.).

В палеозое на них сформировались три синеклизы – Балтийская, Московская и Мезеньская, которые в современном тектоническом плане являются структурами первого порядка. Границы их нечёткие и часто весьма условные. Крупной положительной структурой между Балтийской и Московской синеклизами является Латвийская седловина. Между Мезеньской и Московской синеклизами границей можно считать выступ докембрийских образований Ветряного пояса и Коношский выступ.

По данным А.С. Яновского ( ) платформенный чехол севера Русской плиты представлен шестью структурными ярусами: нижним и верхним байкальскими, каледонским, нижним и верхним герцинскими и альпийскими. Они разделяются отчётливыми стратиграфическими перерывами и различаются структурными планами. Менее значительные стратиграфические перерывы, фиксируемые внутри ярусов, не нарушают их структурной целостности.

Нижнебайкальский структурный ярус сложен рифейскими и ранневендскими терригенными отложениями и вулканогенными образованиями, выполняющими линейно-вытянутые прогибы: Крестецкий, Пашский и Оршанскую впадину. Образования структурного яруса залегают резко несогласно на денудированной поверхности кристаллического основания. Мощность их от 600-700 м в северной зоне Оршанской впадины до 1000 м в Крестецком прогибе.

Верхнебайкальский структурный ярус образуют поздневендские (валдайская серия) и нижнекембрийские (балтийская серия) отложения, повсеместно залегающие на породах кристаллического основания и нижнебайкальском структурном ярусе в пределах Крестецкого, Пашского прогибов и в Оршанской впадине. Отложения, слагающие структурный ярус, в северной части территории выходят узкой полосой на дочетвертичную поверхность. Мощность их возрастает с северо-запада на юго-восток от 100 м на северо-западном крыле Московской синеклизы до 400-500 м вблизи приосевой зоны. В своде Пестовского поднятия она сокращается до 200м. Валдайская и балтийская серии разделены стратиграфическим перерывом.

Каледонский структурный ярус слагают постбалтийские, кембрийские, ордовикские, силурийские и раннедевонские преимущественно карбонатные и терригенно-карбонатные отложения. Они залегают с перерывом на образованиях

верхнебайкальского структурного яруса, обычно на коре выветривания синих глин. Образования структурного яруса распространены почти повсеместно, отсутствуя вследствие более поздней эрозии на севере территории и на юге, в районе городов Невель, Торопец, Нелидово, зубцов. В приглинтовой зоне породы структурного яруса выходят на поверхность, слагая Ордовикское плато. Мощность яруса возрастает на юго-восток, достигая 400-500 м в приосевой зоне Московской синеклизы. В пределах восточной части Латвийской седловины она составляет 300-315 м, а в своде Локновского поднятия резко сокращается до 10 м и меньше.

Нижнегерценский структурный ярус сложен терригенными и карбонатными отложениями девона, от эфельских и до фаменских включительно, и турнейскими нижнего карбона. Он простирается широко на рассматриваемой территории и выходит преимущественно на дочетвертичную поверхность. Образования этого яруса залегают с размывом на различных уровнях каледонского структурного яруса, а в пределах Нелидово-Торжковского и в своде Локновского поднятий – на породах верхнебайкальского структурного яруса. Мощность отложений увеличивается в юго-восточном направлении и достигает 300 м на северо- западном крыле Московской синеклизы – 700-800 м и её приосевой зоне, и находится в пределах 400-500 м на Латвийской седловине.

Верхнегерцинский структурный ярус объединяет посттурнейские каменноугольные и позднепермские отложения, по составу в основном карбонатные и реже терригенно-карбонатные. Седиментационный перерыв (от раннепермского до казанского времени) не нарушает структурной целостности яруса. Образования его распространены в восточной части территории, в пределах западного и северо-западного крыльев Московской синеклизы, где повсеместно выходят на дочетвертичную поверхность. Мощность слагающих его образований увеличивается на восток-юго-восток и достигает вблизи восточной границы 150 -200 м.

В строении альпийского структурного яруса участвуют юрские (средний и верхний отделы) и меловые (Нижний отдел) отложения, распространенные узкой прерывистой полосой вдоль юго-восточной границы территории, где мощность их колеблется от 10 до 40 м. Они залегают резко несогласно на поверхности размыва образований верхнегерцинского структурного яруса. В строении структурного яруса участвуют и четвертичные отложения, сплошным покровом залегающие на палеозойских и мезозойских образованиях.

Магматическая деятельность на севере Русской плиты развита весьма слабо и до последних лет о ней вообще не было сведений. Наиболее древнее проявление магматизма относится к венду, т.к. выявлены дайки долеритов на Онежском полуострове вендского возраста.

Весьма интенсивно проявлен герцинский магматизм в виде кимберлитовых трубок, которые вскрыты на зимнем берегу. Возраст их $Д_3 - С_1$. По минералам характерным для алмазоносных кимберлитов зимнего берега можно говорить относительно широком проявлении герцинского кимберлитового магматизма на севере Русской плиты.

В последние годы появились сведения о магматических алмазоносных туфизитах. Происхождение их и природа изучены слабо и в настоящее время нет единого мнения об их генезисе. Возраст их тоже не ясен. Различные исследователи относят их к венду, девону и даже к мезозою.

1.3. Тимано-Печорская платформа

Тимано-Печорская платформа ТПП – эта самостоятельная структура первого порядка, расположенная на северо-востоке региона между Восточно-Европейской платформой и складчатыми сооружениями Урала-Пай-Хоя. В отличие от Восточно-Европейской платформы с архейско-нижнепротерозойским фундаментом, ТПП имеет фундамент, сложенный складчатыми образованиями рифея.

ТПП характеризуются сложным внутренним строением. В её составе выделяется ряд чередующихся впадин и поднятий, имеющих, главным образом северо-западную ориентировку осей. Крупнейшими из них являются (с запада на восток): Тиманско-Канинское поднятие, Ижма-Печорская впадина, Печоро-Колвинский вал, Денисовский прогиб, Колвинский вал, Хорейверская впадина, Варандей-Адзьвинская зона, поднятие Чернышева.

Специального рассмотрения требует вопрос о положении западной границы ТПП, которая различными авторами проводится по-разному. Наиболее широко распространен вариант проведения этой границы по передовым складкам Тиманского кряжа, однако, если критерием выделения ТПП считать возраст её фундамента, то данная граница в южной и средней частях Тиманского кряжа должна проводиться по его осевой зоне; северная часть кряжа вместе с прилегающей восточной зоной Пешской впадины должна быть целиком включена в ТПП; на полуострове Канин к ТПП относится Канинский вал, структуры, расположенные к западу от этой границы

(Лудовато-мысокий вал, Четласско-цильменский мегавал, Джежим-Парминский вал) входят в состав перикратонного прогиба Русской платформы.

В стратиграфическом разрезе ТПП выделяются образования рифея, венда и всех систем фанерозоя.

Рифейские образования, судя по их выходам на поверхность, а также по буровым и геофизическим данным представлены мощными (более 12 км) толщами слюдисто-кварцевых сланцев метаморфизованных от зеленосланцевой до гранат- эпидот-амфиболитовой, иногда – до амфиболитовой фации.

Наиболее полный разрез рифея изучен по естественным обнажения Канинского вала. В составе рифея здесь выделяются три мощные серии, в свою очередь подразделяемый на ряд свит [ ].

Микулкинская серия. Распространена в южной оконечности Канинского вала и представлена кварцево-слюдистыми, альмандин- кварцево-слюдистыми, ставролит-дистен - слюдистыми сланцами, а также слюдистыми кварцитами. В верхней части серии установлен 50 метровый горизонт скарноидов. Видимая мощность серии 1500 м.

В схеме стратиграфии верхнего докембрия европейского Севера СССР, которая до сих пор принята в качестве основы для построения серийных легенд Госгеолкарты России [ ], микулкинская серия за исключением её самой верхней части, отнесена к нижнему рифею общей шкалы докембрия, хотя изучение разрезов в процессе картирования позволяет сделать заключение о одновозрастности микулкинской и нижней части распространенной к северу от неё тархановской серии.

На возможность переходов высокометаморфизованных сланцев Канина вала в породы, более низких фаций метаморфизма указывал ещё А.П. Карпинский.

Тархановская серия в нижней части представлена кварцево-слюдистыми сланцами и слюдистыми кварцитами, участками и скарноидами (до 500 м); в средней части темно-серыми и чёрными сланцами (до 2500 м), а вверху переслаиванием темно-серых биотит-серицитовых и биотит кварцевых сланцев и кварцито- песчаников (2000 м).

Завершающая рифейский комплекс Канина вала табуевская серия, представлена в нижней части переслаиванием известковистых сланцев, филлитов и метаморфизованных псаммо- алевролитов (3000 м); выше идут филлиты (1100-1200 м).. Завершают разрез глинистые и кварцево-слюдистые сланцы с пачками кварцито-песчаников (1800 м), глинистые и известковые сланцы (до 900 м).

Рифей Северо-Тиманского вала представлен целым рядом свит, общая мощность которых более 5000 м. Литологически это биотит-хлоритовые, серицит-хлоритовые и

слюдисто-кварцевые, сланцы. В нижней части разреза присутствуют альмандин-кварцево-биотитовые сланцы и скарноиды, что позволяет параллелизовать эту часть разреза с микулкинской серией. В средней части серии описаны мета-эффузивы.

Близкими по строению с канинским и северотиманским разрезами являются разрезы рифея Кислоручейского вала и Вымского вала.

Из верхней части рифейского разреза Северотиманского вала калий-аргоновым изохронным методом по метаморфогенным слюдам получена датировка 680 ± 20 млн. лет, что указывает на вендский возраст метаморфизма сланцевых толщ ТПП. Такая датировка соответствует общегеологическим представлениям об инверсии в конце рифея погружающихся сланцевых толщ ТПП. Венд, согласно этим представлениям в ТПП отсутствует.

Наиболее обоснованной в настоящее время представляется точка зрения, согласно которой весь сланцевый комплекс ТПП следует рассматривать как средне-верхнерифейский.

Выходящие на поверхность терригенные и карбонатные толщи Дже-Жим-Парминского вала и Четласско-Цилемского мегавала (челмасская и быстринская серии) западного склона Тиманского кряжа, как было сказано выше, к рифейскому фундаменту ТПП не относятся, а должны быть включены в состав перикратанного комплекса Восточно-Европейской платформы.

Фанерозойский чехол ТПП представлен горизонтально залегающими или слабо дислоцированными осадочными и вулканогенными образованиями, среди которых выделяются все системы палеозоя, а также покров кватера.

В составе кембрийской и ордовикской систем по вещественному составу выделяются два комплекса: терригенный и карбонатный.

Терригенный комплекс вскрыт скважинами в Ижма-Печорской впадине. Здесь нижнюю часть свиты (177м) слагают розовато-серые полимиктовые песчаники с прослоями алевролитов, а верхнюю (235 м) зеленовато-серые кварцевые песчаники и алевролиты с аргиллитами. В южной части ТПП в составе свиты отмечаются прослои гравеллитов шпата. Из отложений свиты определены лингулиды, встречающиеся в диапазоне от среднего кембрия до среднего ордовика.

По мнению О.А. Кондиайна [ ], косвенные данные позволяют целиком отнести седиольскую свиту к кембрию: во-первых она параллелизуется с кембрийскими образованиями Колчимско-Полюдовского поднятия, а во-вторых на ней с размывом залегает палеонтологически охарактеризованная нибельская свита.

Нибельская свита (525-750 м) распространена, главным образом, в Ижма-Печорской впадине и представлена внизу красноцветными полимиковыми, местами аркозовыми мелкозернистыми песчаниками с прослоями аргиллитов и алевролитов, вверху переслаивающимися с красноцветными аргиллитами , алевролитами и песчаниками. Породы охарактеризованы аренигскими конодонтами и брахиоподами верхов тремадока и аренига.

В Хорейверской впадине отложения, сопоставляемые с нибельской свитой (до 160 м), представлены чередующимися между собой красноцветными конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Обломочный материал состоит преимущественно из кварца, но в значительных количествах присутствует и галька кварцитов, разных сланцев, метаэффузивов кислого и среднего состава. В породах установлены конодонты аренига.

К нерасчлененным средне-верхнему отделам ордовика в ТПП относятся подразделения, выступающие на поверхность на поднятии Чернышева и вскрытые скважинами в Ижма-Печорской и Хорейверской впадинах. Для этих подразделений характерно преобладание в составе карбонатных и сульфатных отложений при незначительном количестве алевритово-глинистых пород. Отложения содержат остатки конодонитов и брахиопод. Мощность нерасчлененного средне-верхнеордовикского комплекса не превышает первых сотен метров.

Силурийские отложения распространены на большей части ТПП; отсутствуют они только в пределах Печоро-Кожвинского мегавала. На поверхность силурийские отложения выходят на поднятии Чернышева. В пределах остальной части территории они глубоко погружены.

Наиболее полные разрезы нижнего силура вскрыты большим количеством скважин в Хорейверской и Ижма-Печорской впадинах. Залегают нижнесилурийские отложения согласно на ордовике, а местами с размывом на породах рифейского фундамента и представлены доломитами, иногда нефтенасыщенными и пиритизированными с перекристаллизованным детритом; отмечаются также прослои доломитов и доломитизированных мергелей. По остракодам и конодонтам установлена принадлежность отложений к лландоверийскому и венлокскому ярусам. Мощность лландоверийского яруса в Хорейверской впадине 300-600 м, а венлокского – до 300 м. В Ижма-Печорской впадине неполная вскрытая мощность нижнего силура составляет 900 м.

Верхний силур вскрыт многочисленными скважинами в Хорейверской впадине, Денисовском прогибе и в южной части Колвинского мегавала и представлен палеонтологически охарактеризованными отложениями лудловского и пржидольского ярусов. К лудловскому ярусу (до 135 м) относятся известняки, прослоями «узорчатые» с подчиненными прослоями доломитов, мергелей и аргиллитов. Пржидольский ярус представлен доломитами, иногда сульфатизированными и доломитизированными известняками. Мощность 23-318 м.

Отложения девонской системы в ТПП распадаются на два разделенных региональным перерывом комплекса. Нижний из них в объёме лохковского и частично пражского ярусов связан постепенными переходами с силурийскими образованиями, а верхний, начинающийся со среднего девона, в наиболее полных разрезах и залегает трансгрессивно на нижележащих образованиях.

Наиболее полные разрезы нижнего девона сохранились в самой южной и северной частях поднятия Чернышева, его мощность достигает 430 м, а от размыва сохранились отложения не только лохковского, но и пражского яруса. В пределах Шапкино-Юряхинского и Колвинского валообразных поднятий и в Варандей-Адзьвинской зоне распространены отложения только лохковского яруса, представленные сложным набором терригенных и карбонатных пород от красноцветных песчаников с остатками рыб до известняков, нефтенасыщенных доломитов и ангидритов. Возраст пород определяется по остракодам, брахиоподам и конодонтам. Максимальная мощность лохковского яруса 1015 м установлена в Варандей-Адзьвинской зоне.

Среднедевонские отложения распространены в западной и юго-западной частях ТПП вплоть до Колвинского вала, причём степень полноты разрезов в разных структурах различна. Наибольшая полнота разреза установлена в пределах Печоро-Кожвинского вала и на Среднепечорском поднятии. Разрез начинается здесь песчано-глинистыми отложениями бийской свиты, (255 м) низы которой, возможно, имеют ещё раннедевонский возраст. Выше залегает более широко распространенная чикшинская свита, представленная внизу изменчивой по мощности толщей (до 639 м) песчаников от грубозернистых до мелкозернистых и алевролитов, в средней части -аргиллитами (33-91 м), а вверху – мелкозернистыми кварцевыми песчаниками и алевролитами (100-319 м). Свита содержит остатки остракод и спорово-пыльцевые комплексы эйфеля. Залегающие выше изъельская и дзельская свиты относятся к живегскому ярусу. Первая из этих свит сложена темно-серыми аргиллитами и глинистыми алевролитами с

простоями известняков (131-274 м), а вторая состоит из разнозернистых, часто косослоистых кварцевых песчаников с прослоями гравелитов и железо-бобовых руд (150-536 м).

В других субрегионах ТПП живетский ярус представлен также терригенными отложениями, причём наибольшую полноту имеют верхние части разреза.

Верхний девон распространен практически на всей территории ТПП, причём наиболее полный его разрез, включающий все горизонты региональной шкалы, описан на территории Печоро-Кожвинского вала и Средне-Печорского поднятия. Судя по большому количеству скважин, верхний отдел девона в этом субрегионе соответствует крупному (до 3,5 км мощностью) седиментационному циклу, начинающемуся пестроцветными песчаниками и алевролитами, в которых выше отмечены прослои туфов и покровы базальтов.

Наиболее широко распространенным подразделением верхнего девона является доманиковый горизонт выделенный ещё в XIX веке Р. Мурчисоном и представленный темносерыми до черных битуминозными известняками, сланцами и силицитами (до 120 м). Битуминозный горизонт и близкая ему по составу и залегающая выше него соплесская свита по простиранию замещаются рифогенными известняками.

Верхняя часть верхнего девона (фаменский ярус)) дробно расчленена на свиты и горизонты и представлена карбонатными породами: известняками, в том числе органогенно-обломочными, оолитовыми с прослоями алеврито-глинистых пород. Отложения охарактеризованы остатками остракод, брахиопод, конодонтов, фораминифер.

Каменноугольная система в пределах ТПП представлена отложениями всех трех отделов, которые погребены под более молодыми осадками, за исключением гряд Чернова, Чернышева и Печорской, где они в виде узких полос, смятых в пологие складки выходят на поверхность.

В нижнем отделе карбона в наиболее полных разрезах выделяются турнейский, визейский и серпуховский ярусы.

Состав и мощность турнейских отложений на территории изменчивы. На севере гряды Чернышева в её составе преобладают карбонатные отложения с прослоями песчаных известняков и известковых песчаников с маломощными пластами базальных конгломератов. В отрицательных формах ТПП наблюдаются переслаивания известняков и глин. Мощность яруса от 25 до 450 м. В основании визейского яруса с размывом на турнейском залегают терригенные отложения угленосной толщи с

прослоями углисто-глинистых пород и углей. Верхневизейские отложения представлены известняками. Общая мощность до 300 м. Серпуховский ярус представлен известняками, участками окремненными, доломитами и прослоями глин. Мощность яруса 60-100 м.

Средний отдел каменноугольной системы по фауне разделен на башкирский и московский ярусы и представлен известняками, доломитизированными известняками и доломитами с прослоями глин и известняковых брекчий в основании. Максимальная мощность до 190 м.

Верхний карбон мощностью до 200 м в наиболее полных разрезах Ижма-Печорской впадины и гряды Чернышева расчленен на все ярусы этого отдела и представлен преимущественно карбонатными породами.

Пермские отложения в ТПП скрыты под мезозайско-кайнозойскими отложениями и только на Печорской гряде выходят на поверхность. Представлена пермская система обоими отделами.

Отложения нижнего отдела перми представлены различными известняками: мелкозернистыми, органогенными, окремненными, часто кавернозными, изредка в артинском ярусе встречаются алевролиты и песчаники. Расчлененность разреза зависит от степени его изученности. В Ижма-Печорской и Хорейверской впадинах расчленение проведено до яруса; в Печоро-Кожвинском вале и на юго-востоке Большесыньинской впадины выделяются местные стратиграфические подразделения.

Общая мощность отложений нижней перми более 500 м.

В верхнем отделе перми на большей части территории ТПП выделяются все три яруса общей шкалы: уфимский, казанский и татарский.

Залегающий согласно на кунгурском уфимский ярус (более 700 м) представлен ритмичным чередованием полимиктовых мелкозернистых аргиллитов и алевролитов, глинистых известняков и мергелей. Отмечен лишь один прослой гравелитистых песчаников в Ижма-Печорской впадине. В казанском ярусе (до 700 м) количество прослоев гравелитов возрастает; отмечены прослои углей. В татарском ярусе, в западных разрезах ТПП преобладают известковые глины, содержащие растительный детрит, а в восточных разрезах появляются конгломераты, гравелиты и пропластки углей. Максимальная мощность татарского яруса (885 м) отмечена в восточной части Большесыкьинской впадины.

Нижний отдел триаса в Печорской синеклизе представлен чаркабожской свитой (до 620 м) грубозернистых песчаников глин и алевролитов с линзами гравелитов и залегающей на ней харалейской свитой глин (130 м).

С обеими этими свитами коррелируются песчаники с покровами базальтов (до 1300 м), выделяемые в Коротаихинской впадине.

Средний и верхний отделы представлены глинами с прослоями алевролитов и песчаников (800 м). В Коротаихинской впадине средние и верхние отделы триаса представлены преимущественно песками.

Юрская система представлена всеми тремя отделами. Основание системы составляет харьягинская свита нижней юры (70 м), залегающая несогласно на отложениях триаса и палеозоя. Сложена свита в нижней части светлыми мелкозернистыми песками и песчаниками переходящими в алевролиты с прослоями сидерита и обломками углей. Свита охарактеризована спорово-пылеватым комплексом, переходным от ретского яруса к лейасу. Свита отнесена к нижней юре.

К среднему отделу юрской системы отнесены песчаная сысольская свита (до 200 м) и преимущественно глинистая чуркинская свита (115 м).

Завершают разрез юрской системы нерицкая, замежнинская и паромесская свиты. Нерицкая свита (130 м) сложена песчаниками с прослоями глин конгломератов и гравелитов. Свита охарактеризована верхнеоксфордскими аммонитами. Замежнинская свита (60 м) сложена глинистыми и известковистыми алевролитами с глауконитом. По аммонитам и фораминиферам определен киммериджский возраст свиты.

К меловой системе отнесен ряд свит восточной части Печорской синеклизы.

Магматизм Тимано-Печорской платформы развит весьма слабо. На северном Тимане известен целый ряд мелких массивов кварцевых сиенитов, сиенитов и нефелиновых сиенитов. Все эти щелочные интрузии локализуются среди рифейских образований и прорывают их. Возраст их условно считается позднерифейскими. К этому же возрасту относятся мелкие штоки лейкогранитов, которые сопровождаются многочисленными аплитовыми гипсами, а также небольшие выходы оливиновых габбро, диабазов и пикритов.

На Четласком камне известны небольшие выходы долеритов и диабазов, которые рвут образования среднего девона. Здесь же в последние годы выявлены трубки кимберлитов, аналогичных кимберлитам Зимнего берега, которые относятся к верхнедевонскому – нижнекаменноугольному возрасту.

На гряде Чернышева выявлены дайки оливиновых лампроитов, аналогичных уральским, возраст которых считается лизозойскими.

В тектоническом отношении Тимано-Печорскую платформу, возможно, правильнее называть Печорско-Баренцевоморской платформой, так как её северо-западная половина расположена в пределах акватории Баренцева моря.

В фундаменте Тимано-Печорской платформы различаются три вещественно-тектонических комплекса. Наиболее древний из них, параллелизуется с карелидами и представленный высокометаморфизованными породами, расположен на больших глубинах, где по данным геофизики прослеживается в пределах всей Тимано-Печорской платформы. Его поверхность отождествляемая с сейсмической границей Ф ($V_п$ = 6,2 км/с, $V_г$ = 5.8- 6.4 км/с), по оценке П.В. Запорожцевой (1994), залегает на глубинах от 6,2-6,4 км до 10-13 км. О внутреннем строении этого комплекса данные отсутствуют. На нем в юго-западной части залегает тиманский комплекс, который выходит на поверхность фундамента. Его поле распространения соответствует полю распространения Тиманской складчатой системы. Внизу эти аналоги кислоручейской свиты, формировавшейся на ранней стадии развития Тиманской геосинклинальной системы, выше расположена седьвожская свита, которую можно отнести к средней стадии; завершается разрез седуяхинской свитой, отвечающей поздней (орогенной) стадии тиманид. К тиманскому вещественно-тектоническому комплексу, кроме того, условно относятся биотитовые и амфибол-биотитовые граниты и гранодиориты чаркаюского комплекса, а также двуслюдяные граниты, сходные с гранитами нижнеомринского комплекса. Вопрос о принадлежности их к тиманскому комплексу дискуссионен, так как радиологическая датировка гранитоидов ненадежна. Если гранитоиды принадлежат к тиманскому комплексу, то их радиологическая датировка явно занижена. Если же верить этой датировке, то происхождение гранитоидов можно рассматривать как результат наложенной активизации, отраженной от коллизионных тектонических процессов, происходивших в древнеуральском подвижном поясе в конце венда.

На основании анализа соотношения тиманид и уралид, проведенного в районе Колчимско-Полюдовского поднятия, где они сочленяются, и по другим общим данным, нижняя граница тиманского вещественно-тектонического комплекса проходит приблизительно в основании отложений зигальгинского времени среднего рифея, а верхняя совмещается с границей между рифеем и вендом.

Тиманской складчатой системе свойственна линейная зональность, ориентированная в северо-западном направлении. Отложения смяты в складки в основном северо-западного простирания. С востока и северо-востока Тиманская складчатая система ограничена Илыч-Чикшинской зоной разломов, которая на участке от р. Лыжа до района Мутного Материка, вероятно, перекрыта более поздним Припечорским надвигом (или взбросо-надвигом). Далее к северо-северо-западу граница тиманид проходит по разлому вблизи скважин В. Чаркаю, Малолебединская и Дзелядевская. По этой системе разломов Тиманская складчатая система граничит с частично наложенной на неё Древнеуральской складчатой системой. Часть Древнеуральской системы, распространенную в фундаменте большеземельской части Тимано-Печорской платформы, многие геологи называют Большеземельской складчатой областью.

Древнеуральский вещественно-тектонический комплекс в составе фундамента Тимано-Печорской платформы распространен в северо-восточной (большеземельской) её части. Нижняя граница и нижняя часть его разреза здесь не известны. Разрез принадлежащих к нему отложений, выходящих на поверхность фундамента, по данным геофизики и результатам бурения начинается со среднешапкинской свиты, пользующейся наиболее широким распространением, параллелизуемой с мороинской свитой Урала. Выше лежит возейская свита, сопоставляемая с саблегорской свитой Урала. Судя по составу содержащихся в этих свитах вулканогенных пород и флишоидному характеру осадочных отложений, их формирование происходило на средней стадии развития Древних уралид. По Уральским материалам известно, что в саблегорское время существовали вулканические постройки центрального типа, вероятно группировавшиеся в островодужные образования. К полю распространения среднешапкинской свиты приурочено большое количество интрузий основного и ультраосновного состава, а также габбро-диоритов, диоритов и плагиогранитов.

Завершается разрез древнеуральского комплекса сандивейской свитой, рассматриваемой в качестве вулканогенно-осадочной молассы, параллелизуемой с лаптопайской свитой Урала. В ней местами присутствуют щелочные вулканиты. С древнеуральским комплексом территориально связаны интрузии биотитовых и мусковитых калиевых и калий-натриевых гранитов. Однако определения их абсолютного возраста отсутствуют. Возможно, они являются аналогами гранитов сальнерско-маньхамбовского комплекса Урала. Во всяком случае их возраст

докембрийский, так как они по данным бурения не проникают в чехол Тимано-Печорской платформы. Нет также сведений об их соотношении с сандивейской свитой.

Все отложения, принадлежащие к древнеуральскому вещественно-тектоническому комплексу, смяты в складки северо-северо-западного простирания, к югу переходящего в субмеридиальное. В скважинах фиксируются падения пород от 30 до 60º. Большеземельская часть Древнеуральской системы делится на продольные по отношению к её простиранию зоны. С запада на восток это Печоро-Колвинская зона, подразделяемая на Илыч-Чишинскую, Денисовскую и Колвинскую подзоны, большеземельская зона (некоторыми геологами называемая сводом) и Варандей-Адзьвинская зона.

Илыч-Чикшинская подзона и восточная часть Колвинской подзоны представлены сериями продольных предположительно глубинных разломов, среди которых по геофизическим данным предполагается большое количество основных, а возможно и ультраосновных плутонических тел. Эти серии разломов ограничивают с запада и востока Печоро-Колвинскую зону, которая характеризуется развитием полосовых магнитных аномалий преимущественно северо-западного простирания. В гравитационном поле Денисовская подзона имеет пониженное значение Δg, а Колвинская - повышенное. Для Большеземельской зоны характерно наличие как полосовых, так и изометричных магнитных аномалий. В Варандей-Адзьвинской зоне выделяется ряд меридионально-вытянутых блоков, ограниченных разломами, Разрывные нарушения здесь либо возникли уже в платформенный период развития, либо имеют древнее заложение, но обновлены в палеозое-мезозое. Зональность большеземельской части древних уралид разработана слабо. Перечисленные зоны по геофизическим данным прослеживаются на юг-юго-восток под Предуральским передовым прогибом.

Рельеф поверхности фундамента весьма сложен и пока слабо изучен. О его морфологии приходится судить в основном по расчётным геофизическим и по немногочисленным буровым данным. Поверхность фундамента залегает на разных глубинах: от 3км в Ижемской зоне до 9 км и более в Колвинской подзоне. Предполагается, что поверхность фундамента осложнена крутыми уступами, так как рассечена палеозойско-мезозойскими разломами, амплитуда перемещения по которым (по построению) иногда достигает 3-4 км. И только на самом Тимане - фундамент выходит на дневную поверхность.

О мощности образований, принадлежащих к байкальской части фундамента, существуют разные мнения. Формально по геофизическим данным мощность байкалид колеблется от 3до 5 км и иногда (в большеземельской части) сокращается до 2 и даже до 0,5 км.

Происхождение образований, слагающих верхнюю-байкальскую часть фундамента, разными исследователями рассматривается по-разному. Один из них считают, что это рифтогенные отложения активизированных платформ. Другие полагают, что образования, относимые к тиманскому вещественно-тектоническому комплексу, являются миогеосинклинальными, а выделяемые в древнеуральский комплекс- одновозрастными с ними эвгеосинклинальными. Третьи допускают, что в фундаменте северо-восточной части платформы располагался жесткий Большеземельский массив (глыба Карпинского, или «Пытков Камень»), около которого единая Урало-Тиманская геосинклинальная система расщеплялась на две одновозрастные ветви - тиманскую и северо-уральскую.

Мы придерживаемся точки зрения О.А. Кондиаина, который считает, что тиманский и древнеуральский вещественно-тектонические комплексы являются геосинклинальными разного типа (первый-салического, второй- салическо-мафического) и что заложение, развитие и замыкание соответствующих систем происходило, как уже отмечалось, асинхронно. Тиманская складчатая система рассматривается в качестве ранних байкалид, а Древнеуральская отнесена к поздним байкалидам.

Чехол в пределах Тимано-Печорской платформы пользуется сплошным распространением и характеризуется значительной мощностью- от 3,5 до 9,0 км. В его строении принимают участие в основном осадочные и в небольшом количестве вулканогенные отложения широкого возрастного диапазона – от ордовика до современных. Что касается кембрийских отложений (седиольская свита), то возможно, что их следует отнести к вещественно-тектоническому комплексу эпибайкальской области завершенной складчатости.

Отложения, принадлежащие к чехлу, рассматриваются в качестве Тимано-Печорского платформенного вещественно-тектонического комплекса и делятся на три структурных яруса, первый из которых формировался в ордовике-раннем девоне, второй- в среднем девоне – триасе и третий- от юры до неогена. В основании чехла фиксируется резкое структурное или стратиграфическое несогласие, а между ярусами -

региональные стратиграфические несогласия. Структурные ярусы делятся на подъярусы.

По структурным признакам в чехле Тимано-Печорской платформы различаются Ижма-Печорская мегавпадина, Денисовский прогиб, Колвинский мегавал, Хорейверская впадина и Варандей-Адзьвинская зона, которые в свою очередь подразделяются на валы, впадины, прогибы, седловины и ступени. Внутри них по разным горизонтам чехла выделяются многочисленные локальные положительные, часто нефтегазоносные, структуры, часть которых располагается над рифовыми постройками. Отрицательные локальные структуры изучены много слабее.

Ижма-Печорская впадина характеризуется субгоризонтальным залеганием пород, преобладанием раскрытых осложняющих её структур и слабой их выраженностью, а также совпадением структурных планов по всем структурным ярусам и по поверхности фундамента. Для Лузской и Лемьюской осложняющих её ступеней характерны локальные структуры, связанные с зонами верхнедевонских рифов.

Печоро-Кожвинский мегавал, Денисовский прогиб и Колвинский вал некоторыми геологами объединяются в Печоро-Колвинский авлакоген, который по поверхности фундамента и по подошве доманиковых отложений якобы представляет собой единый грабенообразный прогиб, осложненный более мелкими грабенами и горстообразными выступами и ограниченный крупноамплитудными Припечорским и Восточно-Колвинским разломами. Первый из них прорывает докайнозойские, а второй – дотриасовые отложения. Однако анализ мощностей отложений говорит о том, что на месте Колвинского вала в кембрии располагалась структура типа авлакогена, в пределах которой интенсивное опускание, постепенно затухая, продолжалось до середины позднего девона, после чего соответствующая территория стала испытывать более слабое опускание, чем окружающие районы. Территория Печоро-Кожвинского вала до среднего девона испытывала поднятие, а в среднем – позднем девоне это был интенсивно погружавшийся авлакоген, инверсионный процесс в котором начался в карбоне. Денисовский прогиб как отрицательная структура обособился лишь с карбона.

Анализ мощностей более молодых отложений, включая и канозойские, свидетельствуют о том, что эти структуры продолжают развиваться до настоящего времени. Восточные ограничения мегавалов совпадают в нижних горизонтах большей частью с разломами, а в верхних – с крупными узкими флексорами, Колвинский вал расположен над Колвинской зоной глубинных разломов. Осложняющие его структуры

часто характеризуются несоответствием структурных планов по разновозрастным горизонтам чехла и несовпадением с элементами рельефа поверхности фундамента. Они часто секутся разломами, большей частью проявленными до подошвы пашийского горизонта. К северу наблюдается постепенное общее выполаживание структуры.

Хорейверская впадина характеризуется сокращенным разрезом отложений чехла и сводообразным выступом поверхности фундамента. Как отрицательная структура она, начав формироваться в ранней перми, оформилась лишь к концу триаса. Структуры, осложняющие её северной части, выделяются по подошве доманиковых отложений, а в южной выражены и в рельефе поверхности фундамента.

Варандей-Адзьвинская зона территориально совпадает с одноименной зоной фундамента. В пределах этой зоны в чехле различаются два узких приразломных вала – Сорокина и Гамбурцева и две впадины – Мореюская и Верхнеадзьвинская. Поверхность фундамента под всей зоной расположена на 1,5-2,5 км ниже, чем в Хорейверской впадине. Валы сформировались в позднем триасе – начале юры над разломами глубинного заложения. Вал Сорокина состоит из ряда мелких положительных структур, разделенных седловинами; к югу он погружается, вал Гамбурцева является линейным привзбросовым горстом, разбитым поперечными разломами на несколько клиновидных блоков. Впадины представляют собой корытообразные отрицательные структуры с крутыми восточными и более пологими западными бортами.

На гряде Чернышева выявлены дайки оливиновых лампроитов, аналогичных уральским, возраст которых считается мезозойскими.

1.4. Урало-Пай-Хойская складчатая область

К Северо-Западному Федеральному округу относятся полностью или частично территории Северного, Приполярного, Полярного Урала и Пай-Хоя, представляющие собой области завершенной каледоно-герцинской складчатости. В сводном разрезе региона принимают участие подразделение общей стратиграфической шкалы кроме кембрийской системы и мезозоя. Докембрийские образования выступают в осевой части Урала и Пай-Хоя; фанерозойские приурочены главным образом к западным склонам этих двух складчатых структур.

Фациальные особенности всех этих отложений резко меняются по латерали и подчиняются фациальной зональности. Однако с течением времени фациальная (и тектоническая) зональность несколько раз коренным образом менялась. Кроме того,

степень изученности зональностей разного возраста различна. Так, о зональности, существовавшей в дорифейское время, известно очень мало. О зональности распределения типов разрезов рифейских и вендских отложений известно значительно больше, но многие вопросы еще дискуссионны.

Тем не менее уже хорошо известно, что все образования, формировавшиеся до заложения меридиональной Уральской системы, подчинялись зональностям неуральского простирания. Зональность, существовавшая в доартинском палеозое, изучена лучше всего. Но она отличается и наибольшей сложностью, тем более что первоначальные очертания и соотношения зон были очень сильно искажены в процессе последующего формирования надвигов и шарьяжей, которые в свою очередь в дальнейшем были деформированы и эродированы.

Кроме того, необходимо отметить, что выявляемая зональность не является ни фациальной в чистом виде, ни структурной, ни формационной. Фактически эта зональность латерального распределения отложений, характеризующихся тем или иным типом разрезов. То есть это результат районирования по типам разрезов.

Нижнепротерозойские отложения, резко отличающихся от более молодых пород высокой степенью метаморфизма (амфиболитовая фация), распространены в пределах Хулгинского выступа, в Харбейском атиклинории Полярно-Уральского мегантиклинория и в ядерной части Хобеизской антиклинали Ляпинского мегантиклинория.

Нижнепротерозойские образования представлены на данной территории няртинской серией (мощность более 2000 м) слюдистых парагнейсов, амфиболитов, слюдисто-кварцевых кристаллических сланцев с пачками слюдистых кварцитов и линзами мраморов. Амфиболиты, по данным А.М. Пыстина, низкоглиноземистые и близки к платформенным базитам. Возраст циркона из гнейсов 1680 млн.лет.

В породах няртинской серии часто присутствует гранат. Нижняя граница серии неизвестна. Видимая мощность её на западе около 2000 м , к востоку уменьшается за счет сокращения мощности няртаюской свиты.

Со стратиграфическим несогласием перекрывается маньхобеинской свитой среднего рифея.

По мнению (О.А. Кондиайна), малая мощность няртинской серии по сравнению с неркаюской, пологое залегание её пород, отсутствие уголовного несогласия в её кровле, сравнительно малое количество амфиболитов и линзовидная формаобразуемых ими тел свидетельствует о негеосинклинальном её происхождении и о том, что её

следует рассматривать в качестве чехла так называемого Николайшорского срединного протомассива.

Рифейские образования распространены в основном на Уральской территории. Некоторые подразделения переходят на Пай-Хой под теми же названиями, под которыми они выделены в Уральских стратотипах. В составе рифея в регионе выделяются аналоги южноуральского юрматиния (R_2) и каративия ((R_3). Нижний рифей здесь, по-видимому, полностью отсутствует.

Образование юрматиния в составе маньхобеинской, щокурьинской и изъякырьюской свит выступают только в уральской части региона.

Маньхобеинская свита представлена двумя толщами гнейсовидных, часто полевошпат-кварцевых, местами гранитизированных метапесчаников иногда с вкрапленностью граната, слюдистых с редкими маломощными прослоями метагравелитов, разделенных толщей кристаллических сланцев часто с эпидотом, актинолитом, биотитом. В основании нижней толщи залегают метагравелиты и метаконгломераты. Мощность колеблется от 450 до 1000 м. Залегает с размывом на няртинской серии, перекрывается согласно щокурьинской свитой.

Щокурьинская свита представлена преслаиванием мусковит-хлорит-кварцевых, серицит-хлорит-кварцевых и кальцит-серит-кварцевых апоосадочных и реже аповулканогенных сланцев, иногда содержащих графит и эпидот, а в отдельных пластах – обильную вкрапленность магнетита. В верхней части свиты залегает толща мраморов местами слюдистых, реже песчанистых, то массивных, то ленточнослоистых. Радиологический возраст свиты – 1000 млн. лет. Мощность от 270 до 800м.

Изъякырьюская свита представлена амфиболитами, эпидот альбитовыми (по долеритам) сланцами, метабазальтами и их гиалокластитами с гранатом и без него, графитисто-кварцевыми (с гранатом) сланцами, биотитовыми кварцитами, хлорит-альбитовыми сланцами с прослоями магнетитовых гондитов, плагиогранитогнейсами. Мощность более 1500 м. Нижняя граница свиты неизвестна, верхняя – согласная с породами степрузьской свиты.

В составе каратавия выделяется ряд свит с уральскими стратотипами. Единственным подразделением, распространенным только на Пай-Хое является амдерминская свита. Свита обнажается в ядре Пайхойского антиклинория на его северной оконечности и вскрыта скважинами (пос. Амдерма). Нижняя граница не выявлена, верхняя – в большинстве случаев тектоническая. К нижней части свиты отнесена толща (300м) глинистых известняков тонкоплитчатых, тонкослоистых, с

прослоями глинисто-известковых и слюдисто-хлорит-кремнистых сланцев. Выше залегают тонкослоистые, массивные и органогенные известняки. Мощность свиты 1700-2500 м.

Пуйвинская свита. Мощность до 1800 м. Распространена на Урале в Ляпинском антиклинории и представлена кварц-серицитовыми, хлорит-серицит-кварцевыми и углеродистыми, иногда слюдистыми или известковистыми сланцами с прослоями и пачками мелкозернистых кварцитовидных песчаников, кварцитов и натриевых метабазальтоидов.

Хобеинская свита (700-800м) распространена в пределах Ляпинского антиклинория и южнее и подразделяется на две подсвиты. Нижняя представлена сероцветными кварцитовидными часто полевошпат-кварцевыми песчаниками и кварцитами местами с маломощной пачкой гравелитов в основании. Залегает с размывом на разных горизонтах верхней части пуйвинской свиты. Верхняя подсвита состоит из ритмичного (флишоидного) переслаивания хлорит-альбит-кварцевых, хлорит –мусковит-альбит-кварцевых и других в основном апоосадочных полосчатых сланцев.

Мороинская свита (до 2000м) распространена в Ляпинском антиклинории на Урале и на Пай-Хое. Представлена кварц-серицитовыми (филлитовидными), хлорит-серицит-кварцевыми, эпидот-альбит-кварцевыми, часто известковистыми, иногда кремнистыми тонкослоистыми (слоистость более тонкая, чем в верхней подсвите хобеинской свиты) серыми и зеленовато-серыми, изредка красноцветными или черноцветными сланцами, которым подчинены прослои и пачки слоистых алевролитов, "зеленых" аповулканогенных сланцев по базальтам, андезибазальтам и иногда андезитам, а также базальтам. Радиологический возраст базальтов из самого основания мороинской свиты, по данным О.А. Кондиайна и А.Г. Кондиайн, определенный калий –аргоновым методом, составляет 716-765 млн.лет.

Саблегорская свита (до 2500м). Распространена в западной части Ляпинского антиклинория. Представлена риолитами с фельзитовой структурой, метариолитами и метадацитами альбитизированными и их туфами, кластолавами и туфобрекчиями, которым подчинены метаандезибазальты и метаандезиты, иногда метабазальты и их туфы. Встречаются единичные прослои хлорит-серицит-кварцевых и филлитовидных сланцев и очень редко известняков. В основании разреза местами отмечаются конгломераты и туфоконгломераты. Для свиты характерна резкая фацильная изменчивость и отмечается градационная слоистость. На западе преобладают

пирокластические породы вплоть до прижерловых образований наземного происхождения, на востоке развиты в основном лавы подводных излияний.

Бедамельская свита (1500-4500м) распространена на Енганэпейском и Оченырдском поднятиях Урала и на Пай-хое. Представлена основными, средними и кислыми эффузивами и их пирокластами, филлитовидными сланцами, песчаниками и мраморами. На Пай-Хое отмечены биогермы известняков.

Переходные отложения от рифея к венду представлены на Урале (500м) и на Пай-Хое (до 1800м) и объединяются енгаэпейскую свиту. Она делится на две подсвиты нижнюю и верхнюю. Нижняя состоит из кластолав и туфолав кислого состава и флишоидно переслаивающихся апоглинистых углеродистых и апоалевритоглинистых сланцев и полимиктовых песчаников. В подсвите содержатся микрофоссилии, по мнению Л.Н. Ильченко, характерные для верхнего рифея. Мощность около 600 м.

Верхняя подсвита представлена полимиктовыми песчаниками, чередующимися с подчиненными им апоалевритовыми и апоглинистыми, иногда кремнистыми, сланцами. Присутствуют линзы песчанистых известняков. Содержит микрофоссилии, по мнению Л.Н. Ильченко, характерные для редкинского горизонта верхнего венда Восточно-Европейской платформы. Мощность 800-1200 м.

Видимое несогласие между подсвитами не фиксируется. Однако О.А. Кондиайн высказывает мнение о его возможном существовании, так как нижневендские отложения, для которых на Урале обычно характерно присутствие тиллоидов, здесь из разреза выпадают. Нет их и по палеонтологическим данным. Нижняя подсвита по составу может быть сопоставлена с саблегорской, а верхняя по палеонтологическим данным – с лаптопайской свитами Ляпинского мегантиклинория . Поэтому каждую из подсвит енгаэпейской свиты в дальнейшем следует рассматривать в ранге самостоятельных свит с собственными названиями, относящихся к разным сериям.

Свита залегает с местным размывом на бедомельской серии, перекрывается с угловым несогласием манитанырдской свитой ордовика. Многие геологи считают, что енгаэпейская свита залегает стратиграфически ниже бедамельской серии.

К верхнему отделу венда относится лаптопайская свита, которая распространена в западной части Ляпинского аниклинория. Представлена полимиктовыми, иногда валунными, конгломератами и песчаниками, алевролитами и алевролито-глинистыми сланцами с резко подчиненными вулканогенными породами основного и кислого состава повышенной щелочности. По латерали количественные соотношения этих пород меняются. Породы в основном сероцветные. Грубообломочные породы

тяготеют к нижней части свиты. В базальных конгломератах галька состоит из пород нижележащих свит, а также габбродиабазов и гранитоидов. Местами в изобилии присутствуют гальки известняков, иногда сцементированные вулканогенным материалом. Мощность свиты достигает 2100-2500м. По положению в разрезе, формационной принадлежности (моласа) и другим признакам лаптопайская свита параллелизуется с сылвицкой и ашинской сериями Среднего и Южного Урала. Залегает с размывом на различных частях верхнего рифея, перекрывается с резким угловым несогласием ордовикскими образованиями.

Ордовикская система представлена всеми отделами и ярусами единой шкалы.. Однако границы литологически выраженных геологических тел не совпадают с границами подразделений единой шкалы. Поэтому при геологическом картировании выделяются лишь местные стратиграфические подразделения.

В составе ордовика выделяется тельпосская свита. Тельпосская свита (500-1500м) распространена в западной и осевой частях Ляпинского антиклинория и далее прослеживается на 400 км к югу. Она выделяется в разрезах, свойственных Верхнеилычской зоне. Это песчаники кварцевые, олигомиктовые и полимиктовые кварцитовидные, местами косослоистые, часто светломалиновые. Иногда в верхней половине свиты содержатся редкие прослои алевролитов и алевропилитовых сланцев; в нижней части – гравелиты и конгломераты; в основании – конгломераты полимиктовые базальные.

Тельпосская свита с резким угловым несогласием залегает на разных свитах протерозоя (от пуйвинской до лаптопайской), а иногда на доордовикских интрузиях парнукского и малопатокского комплексов и на остатках доордовикской коры выветривания. Вверху тельпосская свита постепенным переходом связана с хыдейской свитой.

К объединенным отложениям среднего верхнего ордовика относится щугорская серия распространенная в разных районах Урала и Пай-Хоя. Средне-верхнеордовикские отложения присутствуют в двух фациях. На западе это известняки, глинистые петельчатые, доломитизированные известняки с кремниями и иногда доломиты. Нижняя и верхняя границы не отчетливы. Мощность, по мнению К.П. Евсеева и др., достигает 1000 м; по данным В.Н. Гессе, Б.Я. Дембовского и др. – 400 м. На востоке – это песчанистые известняки и филлитовидные сланцы. Породы слабо, но все же палеонтологически охарактеризованы. Мощность 300-500 м. Как в западной, так

и в восточной фациях породы залегают предположительно согласно на малопайпудынской свите.

Силурийские отложения занимают сравнительно небольшие площади на Урале и Пай-Хое. В различных районах степень дробности их расчленения различна. Иногда на геологических картах выделяются местные подразделения - свиты, иногда - отделы, а в некоторых случаях отложения системы картируются без расчленения или объединяются с девонскими образованиями.

В бассейнах рек Кожим и Косью нижний силур сплошной узкой полосой окаймляет поле распространения ордовика. Он сравнительно хорошо палеонтологически охарактеризован. Его лландоверийская часть представлена доломитами серыми до черных, отдельные пласты в которых строматопоровые. Вверху преобладают слоистые разности иногда (по А.К. Афанасьеву) с трещинами усыхания, внизу – массивные, а в основании – комковатые.

Доломитам в средней части разреза подчинены пачки доломитизированных известняков с включениями черных и серых кремней.

Венлокская часть сложена темно-серыми до черных органогеннообмолочными, местами строматопоровыми или коралловыми доломитизированными известняками и доломитами с прослоями светло-серых белесых тонкополосчатых известняков и доломитистых мергелей. Мощность нижнего силура около 850 м.

Верхнесилурийские отложения (S_2) выделены в ряде районов на Урале и на поднятии Чернышева. В западно-Уральской зоне на севере к ним отнесены серые и темно–серые, внизу иногда зеленовато-серые, массивные и грубополосчатые доломиты с пластами известняков, вверху линзы рифогенных известняков. Палеонтологически охарактеризована в основном нижняя – лудловская – часть разреза. Верхняя же – пржидольская – обнажена плохо и палеонтологически почти не охарактеризована. Мощность верхнего силура около 500 м.

В составе девонской системы на Урале и на Пай-Хое выделяется значительное количество местных и региональных стратиграфических подразделений. В силу ограниченного объема данной работы все они рассмотрены быть не могут, поэтому большинство их дается объединенными до подразделений общей шкалы.

Отложения нижнего девона в большинстве разрезов тесно связаны с верхнесилурийскими, завершают среднеполеозойскиий седиментационный цикл и представлены известняками органогенно-обломочными, рифогенными, сланцами известково-глинистыми, яшмоидами, гиалокластами трахиандезит-дацитовыми.

Мощность нижнедевонских отложений в полных разрезах на поднятии Чернышева достигает 200-430 м.

На описанных образованиях с размывом залегают толщи, относящиеся к следующему крупному седиментационному циклу и обозначаемые на геологических картах как нерасчлененный комплекс $Д_{1-2}$ или $Д_2$ (на Пай-Хое), состоящий из известняков, известковых конгломератов, сланцев, песчаников, конгломератов, базальтов, андезитов и их пирокластов. Среди этих пород выделяются танатинские песчаники - маркирующий горизонт, широко распространенный на западном склоне Урала.

Верхнедевонские отложения распространены в Приуралье (на Печорско-Кожвинском мегавалу), на поднятиях Чернова и Чернышева, на западном склоне Урала и двух районах Центрально-Тагильской зоны на восточном склоне Урала. Кроме того, они, судя по буровым данным, широко развиты в пределах Печорской синеклизы и Западно-Сибирской плиты под более молодыми отложениями. На Печорско-Кожвинском мегавалу верхний девон расчленен на Ярусы, подъярусы и горизонты.

На поднятии Чернова и в северной части Западно-Уральской зоны отложения, отнесенные к верхнему отделу, представлены серыми различных оттенков известняками, часто бахромчатыми, доломитизированными известняками и доломитами, охарактеризованными остатками фораминифер, строматопороидей и реже брахиопод, на основании которых установлено присутствие в них франского и фаменского ярусов. В восточной части поднятия Чернова известнякам подчинены прослои глинистых и углисто-глинистых сланцев и песчаников.

Мощность этих отложений составляет 700-900 м.

На поднятии Чернышева верхнедевонские отложения изучены более детально в ряде разрезов. В франской части их разреза различаются все горизонты унифицированной схемы.

В некоторых разрезах на Урале выделяются толщи различных сланцев с подчиненными карбонатными породами датируемые как $Д_3$-$С_1$ или $Д_3 – С_2$.

Каменноугольные отложения распространены широко. На западном склоне Урала и на поднятиях Чернова и Чернышева они смяты в складки и выступают в виде протяженных полос. Во впадинах передового прогиба они залегают субгоризонтально и полностью перекрыты пермскими отложениями. Каменноугольные отложения (как и девонские) в перечисленных структурах присутствуют в двух фациях – карбонатной , относящейся к Бельско-Елецкой зоне, и глинисто-кремнистой, рассматриваемой в

составе Зилаиро-Лемвинской зоны. В пределах Печорской синеклизы каменноугольные отложения в основном скрыты под более молодыми отложениями и лишь на Печорской гряде выступают на поверхность. В осевой части Урала каменноугольные отложения отсутствуют.

Нижнекарбоновые отложения пользуются наибольшим распространением. Они выходят на поверхность узкими полосами вдоль западного склона Урала, гряд Чернова и Чернышева, Печорской гряды. Во впадинах Печорской синеклизы и Предуральского прогиба они прослежены по скважинам. Представлены всеми тремя ярусами. На подстилающих отложениях верхнего девона залегают преимущественно согласно в восточных разрезах (Западно-Уральская зона), отличающихся при этом и наибольшими мощностями и стратиграфической полнотой, и преимущественно со стратиграфическим перерывом разной продолжительности (вплоть до основания верхневизейского подъяруса) – в западных разрезах. Турнейский ярус в структурах западного склона Урала представлен известняками и глинами, а в Карской зоне на Пай-Хое сланцами углисто-кремнистыми с прослоями фтанитов, радиомеритов и известняковых брекчий. Мощность 170-200м.

Объединенные визейский и серпуховской ярусы в Западно-Уральской зоне представлены известняками с прослоями аргиллитов и разрабатываемыми пластами углей (мощность до100м), а на Пай-Хое преобладают рифовые и кремнистые известняки (до 470м).

Не расчлененные отложения среднего и верхнего карбона (C_{2-3}) показаны в соответствии с возможностями масштаба карты на гряде Чернышева и в южной части Западно-Уральской зоны, в бассейнах рек Б. Инта, Кожим, Косью. Разрез среднего – верхнего карбона, представленный в основном известняками, расчленен по фауне на отделы, ярусы и региональные горизонты. Наиболее полный разрез в этих районах описан А.И. Елисеевым (1963) на р. Шарью (гряда Чернышева), где выделяются отложения нижнего и верхнего подъярусов башкирского яруса (56 м), нижнего и верхнего подъярусов московского яруса (55 м) среднего карбона и гжельского яруса верхнего карбона (90 м). Из разреза здесь выпадают, вследствие перерыва, низы башкирского (краснополянский горизонт), верхи московского яруса среднего и косимовский ярус верхнего карбона. В более северных разрезах поднятия Чернышева также наблюдаются сокращенные разрезы московского яруса и верхнего карбона (реки Харута, ульвож), а ещё севернее – полное выпадение из разрезов верхнего карбона.

Пермские отложения широко развиты на западном склоне Урала, во впадинах Предуральского передового прогиба и в Приуральских приразломных поднятиях, где выходят на поверхность и лишь местами перекрыты мезозойскими отложениями, а также в пределах Печорской синеклизы, где в основном скрыты под мезозойско-кайнозойскими отложениями и только на Печорской гряде выходят на поверхность. В осевой части Урала, на его восточном склоне и в западно-сибирской части листа пермские отложения отсутствуют.

Пермская система представлена как нижним, так и верхним её отделами. По совокупности палеонтологических данных установлено, что в составе отложений нижней перми присутствуют все ярусы единой шкалы (ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский), которые на геологической карте из-за её мелкого масштаба в различных комбинациях объединены.

Ассельский, сакмарский и арктинский ярусы объединенные в Западно-Уральской зоне представлены серыми мелкокристаллическими известняками, к востоку замещающимися зеленовато-серыми мергелями и органогенными известняками, содержащими остатки брахиопод и фораминифер. Мощность до 350 м. Артинская часть сложена алевролитами зеленовато-серыми, серыми и темно-серыми тонкослоистыми, часто щебенчатыми песчаниками синевато-серыми мелкозернистыми, аргиллитами темно-серыми известковистыми с прослоями палеонтологически охарактеризованных известняков и мергелей. Мощность до 1500 м.

Сходным строением характеризуется эта часть разреза Перми и на Пай-Хое.

К кунгурскому ярусу на Урале отнесены зеленовато-серые полимиктовые песчаники, темно-серые, часто щебенчатые алевролиты и черные аргиллиты, которым подчинены прослои углистых алевролитов и углисто-глинистых, часто листоватых сланцев. Отмечается присутствие линзочек и прослоев, а в верхней части разреза-метрового пласта сажистого выветрелого угля и единичные прослои песчанистого известняка. В алевролитах часто встречаются крупные железистые конкреции. В породах содержатся остатки брахиопод, криноидей, гастропод, мшанок, а также растительный детрит и определимые остатки флоры, позволяющие отнести отложения к кунгурскому ярусу. Мощность около 500 м.

На Пай-Хое флишоидные кунгурские отложения объединяются либо с артинскими, либо с уфимскими.

Верхнепермские отложения наиболее широко распространены в Косью-Роговской впадине, в меньшей мере в Коротаихинской впадине, в южной части Печоро-

Кожвинского мегавала и на поднятии Чернышева они приурочены к ядерным частям крупных синклиналей. В Печорской синеклизе они пользуются сплошным развитием под мезозойскими толщами. И только в северной части Печоро-Кожвинского мегавала и в Лемвинском аллохтоне верхняя пермь полностью выпадает из разреза.

В составе верхней перми различаются все три яруса (уфимский, казанский и татарский). Однако границы ярусов практически нигде не совпадают с границами выделяемых местных стратиграфических подразделений.

Представлены верхнепермские отложения в основном конгломератами, аргиллитами, алевролитами и углями.

Особо надо отметить выделяемые на карте нерасчлененные нижне – верхнепермские отложения, выделяемые в левокутскую свиту, которая раньше называлась нижневоркутской. Развита она в пределах Косью-Роговской и Коротаихинской впадин, на поднятии Чернова и в прилегающих частях Западно-Уральской зоны. Делится она на две подсвиты Нижняя – аячьягинская подсвита представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, содержащих анкерито-известковистые, известковистые и железисто-кремнисто-глинистые конкреции. Мощность меняется от 550 м на западе до 675 м на востоке.

Верхняя – рудницкая подсвита состоит из чередования песчаников, алевролитов, аргиллитов и рабочих угольных пластов. Иногда присутствуют конгломераты. Пласты углей, которых насчитывается до 43, преобладают в средней части подсвиты. Их мощность колеблется от 0.6 до 4.5 м. Общая угленосность достигает 4.4 %. В западном и южном направлениях от Воркутинского района угленосность уменьшается, а роль морских фациях увеличивается. Для подсвиты характерно присутствие анкеритовых и сидерито-анкеритовых конкреций. В палеонтологическом отношении рудницкая подсвита отличается от аячьягинской большим количеством пресноводной фауны и большим разнообразием растительных остатков.

Возраст свиты большинством геологов в настоящее время принимается кунгурско-раннеуфимским. Мощность подсвиты от 160 м на западе увеличивается к востоку до 600 м.

Мезозойские отложения резко различаются по своей тектонической принадлежности. Герцинская складчатость завершилась в триасе. Триасовые образования входят в герцинский цикл и часто образуют единые разрезы с пермскими образованиями. Юра, мел и палеоген образуют как бы, чехол эпигерцинской платформы. Отложения триаса представлены в рамках листа всеми тремя отделами.

Они распространены как в пределах Печорской синеклизы и Предуральского передового прогиба, так и в Зауралье.

Нижне-среднетриасовые образования выделяются на поднятии Чернышева, где развиты в пределах Тальбейской и Шарьюской синклиналей и в северо-западной части Косью-Роговской впадины. Представлены зеленовато-серыми красноцветными, в верхней части пестроцветными глинами, алевролитами и песчаниками, содержащими нижнетриасовые споро-пыльцевые комплексы. В подошве прослеживается маломощный пласт среднегалечного конгломерата. В нижней части разреза установлено до четырех (гора Тальбей) покровов базальтов мощностью до 10-15 м. Каждый покров представлен внизу плотными мелко-,средне-и скрытокристаллическими массивными, вверху–пористо-кавернозными, миндалекаменными разностями базальтов. В кавернах иногда встречаются включения халцедонов и агатов. Общая мощность более 300 м. Эти отложения сходны с триасом Большесынинской впадины.

Юрская, меловая и палеогеновая системы развиты в основном в печорской синеклизе и описание их дается в разделе 1.3. Тимано-печорская платформа.

На территории Урало-Пай- Хойской складчатой области интрузивные образования распространены чрезвычайно широко как в пространстве, так и во времени. Помимо огромного количества собственно плутонических тел интрузивной природы отмечаются и плутоны метасоматического происхождения.

Плутонические образования отмечаются большим разнообразием как по составу, возрасту и размерам слагаемых ими тел, так и по формационной принадлежности и тектонической приуроченности. Почти все они сгруппированы в интрузивные комплексы, которым даны собственные названия.

В настоящее время существует много точек зрения на образования и возраст интрузивных комплексов. В данной работе мы придерживаемся взглядов К.Л. Шмелевой и А.П. Казака ( ), которые по нашему мнению являются наиболее объективными.

Становление их охватывает огромный промежуток времени от раннего протерозоя до ранней юры.

Раннепротерозойские интрузии представлены неркаюским комплексом. Это амфиболиты и эклогиты, образующие дайкообразные и силлоподобные тела среди переслаивающихся плагиогнейсов, амфиболитов, эклогитов, кварцитов и «зеленых» сланцев неркаюской серии. Ориентировка дайковых и пластовых тел подчиняется

структурным элементам преимущественно субширотного и северо-западного простирания. Тела эклогитов локализованы в основном в двух зонах субширотного направления. Протяженность тел от 10-30 м до 2 км при мощности до 300 м.

Апоинтрузивные амфиболиты и эклогиты характеризуются массивным или слабовыраженным сланцеватым строением, пятнистой, полосчатой или очковой текстурой, бластовыми структурами. Породообразующие минералы – роговая обманка (барраузит), гранат, альбит, эпидот. В эклогитах отмечается омфацит.

Химический состав эклогитов и амфиболитов близкий, характерно повышенное содержание FeO и CaO и умеренное TiO_2.

Рифейский интрузивный цикл представлен саурейским комплексом. К этому комплексу отнесены единичные линзовидные тела серпентинитов в верховьях р. Ханмей и левых притоков р. Пайпудына. Протяженность их от первых десятков до сотен метров. Соотношения с вмещающими их зелеными сланцами гэнахадатинской и кузьшорской свит или согласные, или секущие и, видимо, тектонические. Представлены антигоритовыми мелкочешуйчатыми серпентинитами, почти полностью утратившими первоначальную структуру. Из первичных минералов сохранился лишь частично перекристализованный хромшпинелид. В серпентинитах комплекса обычно присутствуют карбонат и тремолит (в эндоконтактах).

Из вендских интрузий наиболее характерными являются харбей-собский и николайшорский комплексы. Первый представлен залежами линзовидной и дайкообразной формы, мощностью до 200 м и протяженностью 0.5 – 5 км, и редкими штокообразными телами размером до 0.5 х 1.2 км. Тела приурочены к отложениям бедамельской серии, енгаэпейской и кузьшорской свит. Отмечаются мощные зоны активного воздействия этих пород на вмещающие отложения и наличие в них ксенолитов и апофиз во вмещающие породы. Кварцевые диориты и диориты – крупнозернистые породы с признаками огнейсования, в эндоконтактовых зонах сильно измененные.

Габбро и метадолериты, обычно метаморфизованные, слагают многочисленные линзовидные тела мощностью до 30-40 м, редко штокообразные массивы до 3 х 6 км. Радиологический возраст пород, определенный α- Pb методом, – 615 млн. лет.

В николайшорский комплекс объединены небольшие массивы гранитов, локализующиеся в основном в северной половине Хобеизского антиклинория, т.е. восточнее площади распространения массивов сальнерско-маньхамбовского комплекса. Это небольшие (до 2 х 2 или 3 х 0.3 км) тела неправильной формы (массивы

Лавкашорский, Балашовский, Николайшорский и др.). Вмещающими породами являются гнейсы, кристаллические сланцы и амфиболиты няртинской серии нижнего протерозоя. Они представлены либо крупнозернистыми порфиробластическими гранитами и гнейсо-гранитами, либо массивными различной зернистости гранитами слабогнейсовидными. Микропегматитовые структуры не отмечаются. По химизму относятся к субщелочным, пересыщенным кремнеземом разностям, с переменным соотношением K_2O и Na_2O. Рассматриваются в качестве «водных» гранитов, более глубинных и более низкотемпературных, чем граниты, расположенные западнее. При их образовании предполагается значительная роль процессов гранитизации до полного расплавления и интрудирования расплава с фельдшпатизацией вмещающих пород.

Возраст этих гранитов определяется как вендский согласно датировкам - Pb методом по цирконам, дающим цифры 640-540 млн. лет, хотя есть и вторая группа более молодых значений – от 430 до 295 млн. лет свидетельствующих о более поздних их преобразованиях.

Кембрийские интрузии, приурочены лишь к средней части кембрийского периода – без его начала, когда ещё завершалось развитие древних уралид, и без его конца, когда уже началось развитие второй – собственно уральской – системы. В течении этой большей части кембрия рассматриваемая территория находилась в условиях платформенного тектонического режима, о чем свидетельствует образование небольшого числа мелких интрузий, которые по своей формационной принадлежности являются типичными платформенными образованиями, выделяемыми в пайпудынский комплекс. Представлен он риолитами, трахириолитами и трахидацитами, которые встречаются в виде небольших пласто-и дайкообразных тел, иногда группирующихся в поля и цепочки вдоль разрывных нарушений. Мощность те обычно от десятков до нескольких сот метров, протяженность до 5 км. Редко отмечаются более крупные и сложнопостроенные (многофазные) тела, площадью до 6 км^2. Залегают они в отложениях бедамельской (R_3) и хойдышорской (V_2) свит обычно согласно с ними, но встречаются и секущие тела, с четкими интрузивными контактами (апофизы, маломощные зоны приконтактовых изменений).

Кембрийский возраст пород определяется на основании достоверного прорывания ими отложений рифея и верхнего венда. И.Л. Лучинин указывает на присутствие гальки риолитов в отложениях верхнего ордовика. Определение радиологического возраста К-Ar методом по валовым пробам дает цифры 500– 550 млн. лет, а датировка

настуранового оруденения, парагенетически связанного с породами комплекса, 464 млн. лет.

Ордовикский магматизм развит весьма интенсивно и представлен целым рядом комплексов. Наиболее крупный из них Райизско-Войкарский, который принадлежит к сложнопостроенному гипербазитовому поясу, протягивающемуся с небольшими перерывами вдоль почти всего Урала, Райизско-Войкарская его часть протяженностью более 350 км при ширине, местами достигающей 20 км, состоит из трех крупнейших массивов – Райизского, Войкаросынинского и Хулгинского, а также ряда более мелких гипербазитовых тел. На данной территории располагаются частично Войкаросынский и Хулганский массивы.

Войкаросынинский массив – наиболее крупный в рассматриваемом поясе. Его протяженность около 200 км, при ширине от 2 до 18 км. Он сложен гарцбургитами, дунитами и оливин-антигоритовыми породами–войкаритами. Пироксениты, серпентиниты и другие гипербазиты, развитые в краевых зонах массива, встречаются в резко подчиненных количествах.

Гарцбургиты слагают большую часть массива и представляют собой массивные крупнозернистые породы с зеленовато-желтой коркой выветривания, на которой выделяются продолговатые таблички энстатита. Структура гарцбургитов гипидиоморфнозернистая. Содержание оливина меняется от 60 до 80 %, энстатита – от 10 до 40 %. Оливин и энстатит имеют примерно одинаковую железистость – 8.5-11.0 %. Отмечается редкая вкрапленность хромшпенилида – 1-2 %. Вторичные минералы представлены лизардитом, тальком, магнетизированным хромшпенилидом и магнетитом

Дуниты представляют крупнозернистые породы массивного сложения с гладкой ярко-желтой коркой выветривания, на которой видны цепочки зерен хромшпенилидов. В изломе порода зеленовато-черного цвета, характеризуется равномерно-мелкозернистой, почти сливной из-за петельчатой серпентизации оливина структурой.

Оливин образует зерна размером от 8 до 15 мм. Крупные зерна неправильной формы, иногда изометрической, с неровными, извилистыми и зубчатыми контурами. Хромшпенилид (1.0-1.5 %) встречается в нескольких генерациях. Обычно представлен мелкими (0,03-0.06 мм) непрозрачными зернами с высокой степенью идиоморфизма, включенными в оливине.

Серпентиниты и серпентинизированные дуниты образуют узкую полосу неправильной конфигурации, прослеживающуюся непрерывно вдоль западного

контакта массива. Реликтовые зерна оливина обладают неправильно-изометричной формой с извилистыми зубчатыми контурами. Оливин замещается лизардитом по трещинкам, в узлах которых развивается брусит. Степень серпентизации составляет 20-50 %. Редкие зерна клинопироксена обычно тяготеют к скоплениям хромшпинелида. Хулгинский гипербазитовый массив (площадью около 85 км^2) прослеживается по простиранию примерно на 60 км при ширине от 1.0 до 2.0 км и более. По особенностям морфологии, внутреннему строению, а также по составу пород гипербазиты сходны с таковыми Войкаросынинского массива, но отличаются большей степенью серпентинизации и рассланцеванием. Исключительно интенсивно гипербазиты рассланцованы и тектонизированы в западной части массива, где они превращены в листоватые (нередко столбчатые) серпентинитовые сланцы. По типу серпентинита различаются антигоритовые и хризотил-лизардитовые. Серпентиниты содержат вкрапленность (нередко шлиры) магнетизированного хромшпенилида и магнетита.

В Лемвинский комплекс объединены гипабиссальные тела, образующие целый пояс вдоль западного склона Урала в пределах Грубеинской пластины Лемвинского аллохтона. Это силлы и дайки метадолеритов, распространенных среди образований маньинской, погурейской и грубеинской свит. Контакты активные, интрузивные. Протяженность тел от 0.2 до 3 км при мощности 150-200 м. Судя по имеющимся химическим анализам, породам комплекса свойственны невысокие содержания SiO_2, повышенные значения TiO_2, нормальная щелочность при низком содержании K_2O.

Нерасчлененные ордовико-силурийские интрузии представлены хордьюсским комплексом, который с запада прилегает к Войкаросынинскому гипербазитовому массиву, где прослеживается в виде непрерывной полосы шириной от первых сотен метров до 14 км на протяжении более 150 км. Еще севернее он образует обособленные блоки у северного края Войкаросынинского, а также у западного края и внутри Райизского массивов. С гипербазитами он везде имеет тектонические контакты. На западе метаморфиты местами контактируют с рифейскими осадочно-вулканогенными толщами, вместе с которыми, а также с гипербазитами райизско-войкарского комплекса они слагают аллохтон, с запада ограниченный Главным Уральским надвигом, по которому все эти образования надвинуты в основном на ордовикские, но местами на рифейские, а также на девонские и даже каменноугольные отложения Лемвинского аллохтона. Первые представляют собой темно-зеленые среднезернистые породы, для которых характерна полосчатая текстура, обусловленная чередованием полосок лейкократового и меланократового состава. Главными породообразующими

минералами являются орто-и клинопироксены (40-60 %), плагиоклаз (до 25-30 %) и роговая обманка. В некоторых разностях отмечается оливин и зеленая шпинель. Ортопироксен представлен гиперстеном с оптическими свойствами, подобными таковым гиперстенов гранулитовой фации. Зеленоватый моноклинный пироксен по составу и оптическим свойствам близок к салиту. Состав плагиоклаза колеблется от андезина до ламбрадора. Нередко встречается анортит. Ксеногенные блоки, образованные двупироксеновыми габбро-гранулитами, обладают автономной внутренней структурой, элементы которой чаще всего имеют субширотное (неуральское) простирание.

Аппогаббровые метаморфиты (метагаббро) слагают большую часть пояса метаморфитов. Среди них различаются габброамфиболиты, представленные крупнозернистыми массивными разностями с гнейсовидной полосчатой текстурой. Породы состоят из роговой обманки (20-50 %0, граната (20-30 %), эпидота, цоизита, плагиоклаза и акцессорных минералов: рутила, сфена, магнетита и эпидотовые и гранат-эпидот-цоизитовые разности. Они обычно обладают грубополосчатой текстурой с четкой с четкой порфиро-бластической структурой, обусловленной порфиробластами граната (альмандина). Распределение его в породе неравномерное. Он тяготеет к зонам отчетливо выраженной гнейсовидности.

Полихронный (ордовикско-раннетриасовый) кожимский комплекс – граниты, метаграниты широко распространен в пределах Ляпинского мегантиклинория и в прилегающих к нему как с севера, так и с юга районах. Породы этого комплекса сближены с телами гранитоидов сальнерско-маньхамбовского комплекса, но в основном расположены западнее.

Размеры гранитоидных тел кожимского комплекса варьируются в широких пределах – от многочисленных мелких тел, иногда расположенных внутри массивов сальнерско-маньхамбовского комплекса, до крупных массивов, занимающих площадь 80-100 км$_2$, умеренно вытянутых в субмеридиальном направлении. Чаще всего это пластообразные и линзовидные залежи или тела неправильной формы. Вмещающими породами обычно являются рифейские и реже верхневендские осадочно-вулканогенные отложения. Многие исследователи отмечают активные контакты гранитов с нижнеордовикской тельпосской свитой и с интрузивами парнукского и малопатокского комплексов. Контакты обычно сложные с зонами послойных мигматитов, ороговикования, гранитизации в экзоконтактах, а также с ксенолитами вмещающих пород, останцами кровли и гибридными фациями в эндоконтактах.

Главная разновидность комплекса – двуслюдяные или биотитовые микроклин-пертитовые граниты – имеют среднезернистое, реже крупнозернистое ли порфировидное сложение. В некоторых массивах отмечаются гранит-порфиры и микропегматиты. Характерной особенностью комплекса широкое проявление постмагматических изменений – катаклаз, диафторез и особенно интенсивные метасоматические преобразования, накладывающиеся как на сами граниты комплекса, так и на более древние (сальнерско-манбхамбовские) граниты, а также вмещающиеся вулканогенно-осадочные породы. В результате этого в составе комплекса широко развиты так называемые метаграниты и гранитоподобные метасоматиты.

К позднепалеозойскому интрузивному комплексу относятся дайки метадолеритов. Они распространены в западной части Ляпинского мегантиклинория и представлены жилами и дайками мощностью 0.5-0.6 м и протяженностью до 300 м. Встречаются и более мелкие их тела. Они прорывают гранитоиды кожимского комплекса в Малопатокском, Неройско-Патокском, Вангырском и Торговском массивах, а также отложения рифея, венда и нижнего ордовика. Характер контактов резкий с зонами закалки.

Породы комплекса представлены афировыми и порфировыми сравнительно слабо измененными разностями диабазов и габбродиабазов, в которых отмечается повышенная щелочность при значительной доле в ней K_2O.

Возраст комплекса на основании того, что его породы имеют активные контакты с породами кожимского комплекса, в значительной мере условно принимается позднепалеозойским.

К мезозойскому интрузивному циклу относятся дайки долеритов, распространенные на поднятии Чернышева. Среди них выделяются два комплекса тимаизский (раннетриасовый) и шарьюский (позднетриасовый). Они образуют рои даек и мелких штокообразных тел. По своим петрохимическим особенностям долериты аналогичны покровным базавльтам а основании триасового разреза. Однако для даек тимаизского комплекса характерна более повышенная щелочность и повышенная железистость.

В последние годы в самостоятельный комплекс Л.И. Лукьяновой ( ) выделены санидиновые лампроиты. Они распространены локально в южной половине поднятия Чернышева – в бассейне Р. Шарью и представлены мелкими телами – дайками, трубками взрыва, штоками, в основном вскрытыми скважинами и шурфами. Их размеры колеблются от 10-30 до 300м. Пространственно они тесно связаны с

долеритами шарьюского комплекса и раньше рассматривались в качестве второй его фазы. Однако своеобразие состава и принципиальная значимость пород при оценке алмазоносности территории позволяет их выделить в самостоятельный комплекс. Породы комплекса прорывают отложения палеозоя и активно воздействуют на вмещающие их долериты шарьюского комплекса, создавая в экзоконтактах зоны метасоматических изменений и калишпатизации.

Породы могут быть названы санидиновыми лампроитами и щелочными трахитами. Они обладают мелкозернистой долеритовой структурой и состоят на 70-80 % из полевого шпата (санидина), а также слюды, клинопироксена и измененного стекла. По петрохимическим особенностям и нормативному составу минералов они соответствуют щелочным трахитам, лейцититам и орендитам. В них при содержании SiO_2 от 44 до 56 %, количество K_2O составляет от 8.0 до 11 %, а N_2O до 0.5 %, при п.п.п. до 12.5 %.

Возраст лампроитов предполагается позднетриасово-раннеюрским.

В тектоническом отношении Урало-Пай-Хойская складчатая область расположена на стыке двух тектонических структур. На западе это восточная часть Тимано-Печорской (Печорско-Баренцевоморской) платформы, на востоке – Урало-Сибирская область завершенной складчатости (молодой платформы). Их сочленение происходит посредством мегазоны переходных структур. В мегазоне переходных структур различаются впадины Предуральского передового прогиба и Приуральские приразломные поднятия.

Рассматривая Север Русской плиты и Тимано-Печорскую платформу мы выделяли фундамент и чехол и описывали структуры каждого из них. При этом фундамент (архей нижнепротерозойский для Русской плиты и рифейский для Тимано-Печорской платформы) представляет собой метаморфизованную складчатую структуру, прошедшую длительную историю своего становления и последующую консолидацию. Поскольку Урало-Пай-Хойская область сама является складчатой системой, то выделять у неё фундамент не имеет смысла, да и не возможно. Здесь мы можем наблюдать только унаследованную смену одной складчатой эпохи другой более молодой складчатой эпохой.

На наш взгляд, наиболее полно тектонику Урало-Пай-Хойской складчатой области можно представить на фоне истории геологического развития, которую мы рассматриваем по данным О.А. Кондиайна [ ].

О событиях, происходивших в архее, сведения практически отсутствуют. Известно лишь что образования. Залегающие под нижнепротерозойскими отложениями в

Ляпинском мегантиклинории, по данным геофизики характеризуются субширотными простираниями.

В раннем протерозое вся территория, вероятно, была покрыта морем, в котором накапливались отложения двух типов.

На месте Полярного и частично Приполярного Урала это были осадочно-вулканогенные образования большой мощности, в настоящее время выступающие в Харбейском антиклинории (харбейская серия) и в Хулгинском выступе (неркаюская серия), подвергшиеся интенсивной складчатости западно-северо-западного простирания во второй половине раннего протерозоя и метаморфизму амфиболитовой фации. С этими образованиями по возрасту и территориально было связано небольшое количество основных и кислых интрузий, продукты разрушения которых присутствуют в конгломератах вышележащих – рифейских отложений. Предполагается, что соответствующая территория принадлежала к карельской протогеосинклинальной системе, имевшей общую западно-северо-западную ориентировку и замкнувшейся во второй половине раннего протерозоя. Эта система называется Харбейской.

После замыкания Карельской протогеосинклинали, рассматриваемая территория к концу раннего протерозоя стала фундаментом обширной прото-панплатформы, которая долгое время, вероятно до начала среднего рифея, оставалась приподнятой и подвергалась эрозионно-денудационным процессам. В начале среднего рифея произошла новая морская трансгрессия, связанная с заложением Тиманской байкальской геосинклинальной системы, расчленившей древнюю – эпикарельскую – Евразиатскую область завершенной складчатости на части. К юго-западу от Тиманской геосинклинали обособилась Восточно-Европейская платформа, а к северо-востоку от неё возникла другая платформа, - Тазовско-Баренцевская. В первой половине позднего рифея Тиманская система перешла в среднюю стадию своего развития, так как значительная часть накапливавшихся в это время отложений имеет флишоидный облик. Тазовско-Баренцевская платформа, судя по разрезам Полярного и Приполярного Урала, где отсутствуют отложения зильмердакско-катавского стратиграфического уровня, вероятно, в это время была приподнятой.

Средняя часть позднего рифея (скорее всего инзерское время) ознаменовалась заложением новой Древнеуральской, геосинклинальной системы, которая наложилась на юго-западную часть Тазовско-Баренцевской платформы, а южнее рассекла

Тиманскую систему, уже находившуюся на средней стадии развития. Возможно, что именно с этим событием связано внедрение основных интрузий в Тиманской системе.

Древнеуральская геосинклиналь, с юга протягивавшаяся вдоль всего Урала, в пределах рассматриваемой территории имела тенденцию к повороту на северо-запад, чем может быть объяснено распространение свойственных ей образований в фундаменте большеземельской части Тимано-Печорской платформы. Западная граница Древнеуральской системы вероятно, совпадает с западной границей Илыч-Чикшинской, а севернее – Тимано- Колвинской зон. Около этой границы выклиниваются подходящие к ней кулисообразно разные зоны тиманид. Положение восточной границы неясно, так как восточная часть системы, впоследствии была уничтожена в процессе развития Тагило-Магнитогорской мегазоны вторых (собственно) уралид. В начале укско-криволукского времени позднего рифея Древнеуральская система после кратковременного поднятия и осушения территория перешла в стадию развития, характеризующуюся накоплением морских алеврито-глинистых часто флишоидных отложений и вулканогенных пород, относящихся к базальтовой, андезит-базальтовой и базальт-риолитовой формациям (хобеинская, мороинская и саблегорская свиты и их аналоги) и образованием связанных с ними интрузий габбро-диорит-диабазовой, габбро-диорит-плагиогранитовой и других формаций. В начале позднего венда Древнеуральская система перешла в орогенную стадию, характеризующуюся значительным воздыманием большей восточной своей части и образованием компенсационного краевого прогиба в западной части, заполнявшегося полноценной морской молассой (лаптопайская и параллелизуемая с ней сандивейская свиты), содержащей продукты разрушения доорогенных образований. Развитие древних уралид завершилось коллизией, сопровождавшейся интенсивнейшей складчатостью в начале кембрия, и небольшим количеством надвигов и взбросо-надвигов.

В кембрии территория Урала и Приуралья, а также Печоро-Кожвинского мегавала и большей части Хорейверской мегавпадины оставалась приподнятой. Продукты её размыва сносились в прогибы, развивавшиеся на месте Ижма-Печорской мегавпадины, а также в пределах Денисовского мегапрогиба и Колвинского мегавала, где формировалась седиольская свита. При этом территория Колвинского мегавала испытывала особенно интенсивное опускание, амплитуда которого, возможно превышала 3000 м (Колвинский авлакоген).

Развитие эпибайкальской области завершенной складчатости сопровождалось внедрением небольшого количества мелких интрузий (сивъягинский комплекс пикритов, плагиоверлитов и оливиновых пироксенитов, пайпудынский комплекс риолитов, трахириолитов и трахидацитов и хартесский комплекс кимберлитоподобных пород).

Во второй половине кембрия, когда гористый рельеф был снивелирован, стала образовываться кора выветривания, которая местами размывалась и переотлагалась в одних случаях в расположенных поблизости понижениях рельефа в виде маломощной толщи высокоглиноземистых сланцев (алькесвожская толща), а в других – продукты её разрушения выносились далеко на запад, где обогащали седиольскую свиту каолином.

Эпибайкальская область просуществовала недолго. Она ещё не успела выйти из ранней стадии своего развития, как на её восточную часть в позднем кембрии наложилась новая – вторая Уральская каледоно-герцинская геосинклиналь, определившая восточную границу зародившейся с этого момента (после небольшого кратковременного общего поднятия) Тимано-Печорской платформы.

В самом конце карбона значительная часть территории испытала поднятие, повлекшее за собой размыв верхнекаменноугольных отложений, что фиксируется стратиграфическим несогласием в основании перми. Тогда же интенсивное поднятие (инверсия) произошло в пределах Печоро-Кожвинского мегавала, а на месте Колвинского мегавала продолжалось лишь слабое относительное поднятие, благодаря чему обособился расположенный между ними Денисовский мегапрогиб. В дальнейшем, вплоть до четвертичного периода, образовавшийся Печоро-Кожвинский мегавал неоднократно испытывал дополнительные поднятия, а в Денисовском мегапрогибе на фоне общего опускания формировались более мелкие положительные структуры-валы. Воздымание в пределах Колвинского мегавала затихло в поздней перми. Разломы, ограничивавшие Печоро-Кожвинский и Колвинский авлакогены, были долгоживущими. Юго-западный из них – Припечорский – функционировал до начала неогена, а северо-восточный – Восточно-Колвинский – сечёт дотриасовые отложения.

В раннем триасе процесс формирования Уральской складчатой системы распространился на запад на восточный борт краевого прогиба. Западная граница распространений этой складчатой системы, положение которой не изменилось до настоящего времени. По данным геофизики под Западно-Уральской зоной краевых складчатых структур фундамент Уральской миогеосинклинали не подвергся сколько-

нибудь серьёзной деструкции (он был, видимо, лишь раздроблен на крупные блоки, которые в течение всей истории развития миогеосинклинали испытывали разноамплитудные, а иногда и разнозначные, в основном вертикальные, подвижки) и поэтому сохранился до наших дней. В настоящее время Урал продолжает подниматься.

Отдельно надо рассмотреть мегазону переходных структур, которая расположена между Тимано-Печорской платформой и Урало-Пай-Хойской складчатой областью. Сюда относятся впадины Предуральского передового прогиба и разделяющие их Приуральские приразломные поднятия. К категории переходных они отнесены, так как по своим особенностям не могут рассматриваться ни в составе Уральской складчатой системы, ни в составе платформы.

Впадины передового прогиба (Коротаихинская, Косью-Роговская, Большесынинская и Верхнепечорская) представляют собой отрицательные структурные формы, оставшиеся от западной части единого краевого прогиба Уральской геосинклинальной системы после складчатости, превратившей восточную часть прогиба в складчатую систему, и после образования Приуральских приразломных поднятий. Впадины сложены в основном пермскими и частично триасовыми отложениями, относящимися к молассовым формациям, под которыми расположены миогеосинклинальные отложения. Морфология впадин окончательно сформировалась в конце триаса. Они имеют асимметричную форму, так как их ось расположена вблизи восточной их границы. Глубина залегания их подошвы, совпадающей с основанием молассовой формации, достигает 6 км.

Приуральские приразломные поднятия представляют собой крупные сложнопостроенные положительные структуры двух типов. Одни из них образовались над глубокими разломами, оконтуривающими жесткие блоки, расположенные под впадинами передового прогиба в составе жесткого основания. Эти поднятая (поднятия Чернышева и Чернова), будучи линейными в плане, имеют вид конуса, обращенного вершиной вниз в поперечном сечении. Они ограничены с одной стороны или с обеих сторон надвигами, поверхности сместителей которых довольно круто, а у поверхности более полого падают под поднятие. Внутренняя структура этих поднятий складчатая, осложненная дополнительными надвигами и взбросо-надвигами. Складки брахиморфные, вытянутые вдоль поднятий. Разломы под косыми углами секут складки, но иногда являются поперечными по отношению к простиранию структуры. В пределах поднятий распространены осадочные формации, образовавшиеся в условиях

миогеосинклинали (силур – низы перми) и в краевом прогибе (артинский ярус- средний триас).

Поднятия второго типа приурочены к козырькам приуральских надвигов. В их строении принимают участие верхнедевонско-сакмарские миогеосинклинальные образования и артинско-уфимские орогенные комплексы.

Структуры переходной мегазоны местами перекрыты на западе отложениями, относящимися к чехлу Тимано-Печорской платформы (верхняя юра – нижний мел), а на востоке – образованиями, принадлежащими к чехлу Урало-Сибирской области завершенной складчатости (верхний мел).

2. Региональные закономерности размещения полезных ископаемых и минерагеническое районирование

Территория Северо-Запада России охватывает несколько регионов, прошедших совершенно разную историю геологического развития. Следовательно и закономерности размещения полезных ископаемых будут различны для каждого региона. Наиболее наглядно это видно на прогнозно-металлогенической карте, которая прилагается к данной монографии. На карте видно, и это уже указывалось в предыдущей главе, что на данной территории в пределах России выделяется четыре обособленных геологических структуры – Карело-Кольский регион, Север Русской плиты, Тимано-Печорская платформа и Урало-Пай-Хойская складчатая область.

Эндогенные месторождения Карело-Кольского региона ассоциируют в первую очередь с плутогенными базит-гипербазитовыми, гранитоидными и щелочными комплексами. Формирование комплексов происходило в широком временном интервале от раннего архея до палеозоя включительно в различных палеотектонических и палеогеодинамических обстановках. При этом широко варьируют рудно-формационные типы месторождений, характер их связей с магматизмом, структурные обстановки и условия рудообразования. Комплекс взаимосвязанных магматических и рудных формаций, присущий определенной тектонической обстановке, рассматривается нами, как рудно-магматическая система. Выявление рудно-магматических систем всегда рассматривалось как одна из основных задач металлогении.

В.В. Проскуряковым, В.Г. Гасгельбергом и др. ( ) металлогения Карело-Кольского региона рассматривается на основе разработанной модели геологического развития,

которая представляет собой унифицированную стратиграфическую шкалу, на которой системно увязаны: структурно-вещественные комплексы, особенности тектонических режимов, магматизм и металлогения. На начало саамия субокеаническая кора находилась в первичном базальтоидном состоянии и последующие тектоно-метаморфические преобразования изменяют её до эндербит-диоритового и тоналит-платиогранитного состава. Преобладают купольные структуры, намечаются три области – Карельская, Кольская и промежуточная между ними, более основная-Беломорская область. В лопии на более жестких участках коры закладываются Кольская и Карельская зеленокаменные системы, формируется зрелая континентальная кора полного профиля. В Беломорской области сохраняется субконтинентальная кора – при этом на завершающей стадии развития более тяжелая Беломорская плита подвигалась под Карельскую и Кольскую, вызывая появление характерных известково-щелочных комплексов. В раннепротерозойское время Карельской и Кольский массивы развиваются в режиме молодых платформ, формируются вулканические пояса с гипербазитами и расслоенными интрузивами, мульды и различные типы тафрогенных структур. Беломорский пояс развивается в интеркратонную рифтогеналь. В позднекарельский этап формируется свекофенская подвижная область (проявленная в основном за пределами российской части щита).

Предполагается новообразование океанической коры и её субдукция под Карельский континент. В дальнейшем весь щит развивается как жесткая система с периодами активизации, достигавшими максимума в герцинское время. Каждому этапу геологического развития свойственна определенная последовательность геологических комплексов и своя металлогения. При этом максимальной продуктивностью характеризуются финальные эпохи крупных этапов развития: архейского (позднелопийская 2,8-2,5), раннепротерозойского (позднекарельская 2,1-1,65) и позднепротерозойского-фанерозойского (герцинская 0,4-0,3).

По данным В.В. Проскурякова, В.А. Коровкина ( ) в истории развития Карело-Кольского региона выделяется 11 металлогенических эпох от саамской до герцинской. Однако в отличие от других регионов здесь не проявлены металлогенические процессы, связанные с позднебайкальским и каледонским тектоно-магматическим циклами (табл. 1).

В лопийском в пределах Карело-Кольского региона и выделяются средне- и позднелопийская металлогенические эпохи. Для первой характерен сидорофильно-халькофильный тип оруденения и мелкий размер месторождений , для второй –

Таблица 1

Основные этапы тектоно-магматического развития региона

Геохронологическая шкала		Региональные комплексы	Эпохи тектогенеза	Тектонические режимы (стадии)		Основные типы структур	Структурно-вещественные комплексы: Интрузивные	Металлогения
Фанерозой		Палеозой	Герцинская	Плитная	Поздняя	Палеорифт Хибинско-Ботнический	Трубки, дайки, силлы кимберлитов Трубки мелилититов	C
						Зоны тектоно-магматической активизации	Трубки, малые тела щелочных пикритов	
						Центрально-Кольская радиально-концентрическая система	Агпаитовые нефелиновые сиениты	Al,P,RM,TR
							Щелочные ультрамафиты с карбонатитами	Fe,P,RM,TR
			400				Дайки долеритов, габбродолеритов, пикритов	
			Каледонская		Ранняя	Сводово-глыбовая область с останцами плитного комплекса		
			570					
Протерозой	Поздний	Венд	Поздне - байкальская	Кратонизация	Поздняя авлакоген - ная	Усложненная система авлакогенов - Кильдинский, Беломорский, Ладожский	Силлы долеритов	
		Рифей				Линейные разломы		
			1000					
			Ранне - байкальская		Зрелая авлакоген - ная	Система авлакогенов - Кильдинский, Беломорский, Ладожский Линейные разломы	Дайки лампроитов Трубки, штоки, дайки субщелочных габброидов Дайки долеритов, габбродолеритов	C
			1350					
			Готская		Ранне - авлакоген - ная	Авлакоген Прионежский Граничные сбросы: Линия Карпинского, флексура Полканова	Силлы долеритов	
			1650					
	Палеопротерозой	Лопий	Поздне - Карельская	Континентизация	Протоактивизация	Свекофенская подвижная область Карельская протоплита Беломорский интеркратонный пояс (рифтогеналь) Кольский щитовой массив	Анортозиты-граниты рапакиви Щелочные габбро, щелочные граниты и нефелиновые сиениты с карбонатитами	Sn,RM Ti,Fe,RM,TR
							Порфировидные граниты	Mo,Au
							Анатектит-граниты, пегматиты	My,RM
							Габбро-гранитная серия	W ,Mo, Cu, Au
							Габбро-плагиогранитная серия Гипербазиты	Ti, Fe
							Субвулканические мафит-ультрамафиты	Ni
			1900					
		Ранний	Средне - Карельская	Протократонизация	Протоплитная	Карельская протоплита Беломорский интеркратонный пояс Кольский щитовой массив	Габбро-верлиты, габбро-перидотиты, габбро-пироксениты, перидотит-пироксениты	Ni
							Габбродиабазы-монцодиориты	Ti, Fe Au, Pt
							Субвулканические мафиты	Cr
			2300			Тектонизированная континентальная кора		
			Ранне - Карельская		Протостабилизации	Свекофенская подвижная область Карельская область кратонизации Беломорский интеркратонный пояс Кольская область кратонизации	Монцодиорит-гранитная серия	P
							Клинопироксенит-верлиты	Ti, Fe, Ni, V
							Перидотит-пироксенит-габбронориты (расслоенные)	Ni, Cr Pt
							Дунит-гарцбургиты	Cr
							Субвулканические мафиты, гранит-риолиты	Au
			2500			Зрелая континентальная кора		
Архей	Неоархей	Ладожский	Поздне - лопийская	Формирование зрелой континентальной коры	Прото-плит-тектоническая	Карельская гранит-зеленокаменная область Беломорский гранито-гнейсовый пояс Кольская гранит-зеленокаменная область	Анортозиты - субщелочные граниты	Ti, Fe, V
							Калиевые граниты	RM, Mo
							Анатектит-граниты, пегматиты	RM
							Габбро-гранитная серия	Mo Au
							Габбро-плагиогранитная серия	Mo, Cu, Au
							Лейкогаббро-анортозиты	Ti, V
							Габбро-перидотиты	Ni
							Субвулканические мафит-ультрамафиты	Ni
			2900			Промежуточная континентальная кора		
	Палеоархей	Ладожский	Ранне - лопийская	Формирование зрелой континентальной коры	Проторифтогенная	Карельская гранит-зеленокаменная область Беломорский ортогнейсовый пояс Кольская гранит-зеленокаменная область	Плагиомигматит-граниты	
							Габбро-габбро-лабрадориты	Ti
							Гипербазиты	Ni
							Субвулканические мафит-ультрамафиты, коматииты	Au, Ni
							Вулканогенно-хемогенные комплексы	Fe
			3150			Примитивная континентальная кора		
	Ранний	Саамий	Саамская	Формирование зрелой континентальной коры	"Горячих точек"	Карельская "субсиалическая" область эмбриональной гранитизации Беломорская "субсиматическая" область Кольская (с корой промежуточного типа) область эмбриональной гранитизации	Энербиты-тоналиты-плагиограниты Анортозиты Габбро-анортозиты Субвулканические мафиты-ультрамафиты	Fe
						Базальтоидная кора		

Минерагенические зоны (м. з.), рудные районы (р. р.), узлы (р. у.) и поля (р. п.)

I – Баренцевоморская – свинец, цинк, барий, золото

1. Базарногубский р. у.

II – Титовско-Колмозерская – редкие металлы, золото, молибден, медь

2. Вороньетундровский р. у.

III – Печенгско-Аллареченская – никель, медь, золото, платина

3. Печенгский р. р.
4. Аллареченский р. р.

4А. Солозерский р. у.

5. Хихнаярвинский р. у.

IV – Яурийокско-Лицевская – молибден, редкие металлы

6. Яурийокский р. у.

V – Лоттинская – никель, медь, платина

7. Ловнозерский р. у.

VI – Шонгуй-Волшпахкская – железо, золото

VII – Заимандровская – железо, золото

8. Оленегорский р. р. (железо, золото)

VIII – Цагинско-Кейвская – алюминий, титан, ванадий, редкие металлы

9. Сахарйокское р. п. (редкие металлы)
10. Червуртский р. р. (алюминий)
11. Куроптевский р. у. (титан, ванадий)

IX – Мончегорско-Панская – никель, медь, золото, хром, платина, титан, ванадий

12. Мончегорский р. р.
13. Федорово-Панский р. у. (платина)

X – Бабьеозерская – никель, медь, золото, титан

XI – Ковдорско-Ловозерская – фосфор, редкие металлы, железо, барит

XII – Порьегубская – свинец, цинк

XIII – Беломорская – мусковит, полевошпатовое сырье

14. Енский р. р.
15. Чупинский р. р.

XIV – Куола-Топозерская – золото, никель

95. Майское р. п. (золото)
95А. Куусамо р. р. (золото)

XV – Панаярвинско-Елетьозерская – платина, апатит, редкие металлы, алмазы, золото

16. Олангский р. у. (платина, золото)
96. Муставара р. р. (хром)

XVI – Западно-Карельская – железо, золото, молибден, алмазы

17. Костомукшский р. р. (железо, золото, молибден, алмазы)
18. Гимольский р. у. (железо, золото)
19. Иломантси-Соанварский р. у. (золото)
20. Ялонварское р. п. (молибден, золото)
91. Суомусалми р. р. (золото)

XVII – Ладожско-Ботническая – олово, медь, цинк, золото, редкие металлы

21. Питкярантский р. у. (олово, цинк)
97. Пюхясалми-Виханти р. р. (цинк, свинец, медь, золото)
98. Хитура р. р. (никель, медь, золото)
99. Оутокумпу р. р. (медь)
100. Коталахти р. р. (никель, медь, золото)
109. Шеллефтео р. р. (свинец, цинк, золото, висмут, медь)
110. Лаппватнет р. р. (никель, медь)

XVIII – Центрально-Карельская – золото, молибден, свинец, цинк, тальк

22. Янгозерский р. у. (золото)
22А. Корбозерско-Эльмусский р. у. (золото)
23. Шотозерский р. у. (золото)

XIX – Восточно-Карельская – молибден, золото, медь

24. Шомбозерское р. п. (золото)
25. Лобашское р. п. (золото, молибден)
26. Лехтинский р. у. (золото)

XX – Сумозерско-Кенозерская – никель, медь, цинк, золото, тальк, алмазы

27. Южно-Выгозерский р. у. (золото, никель, тальк)
27А. Заломаевское р. п. (золото)
28. Каменнозерский р. у. (никель, цинк, медь, золото)
29. Маткалахтинский р. у. (никель, золото)
30. Кенозерский р. у. (золото, никель)
31. Нименьгский р. у. (золото)
32. Кожозерское р. п. (золото, никель)

XXI – Кингисеппско-Волховская – фосфорит

33. Волосовский р. у. (фосфорит)

XXII – Изборская – гипс

34. Изборский р. у.
35. Порховской р. у.

XXIII – Тихвинско-Онежская – бокситы, огнеупорные, бентонитовые глины

39. Тихвинский р. р.
40. Прионежский р. у.
41. Северо-Онежский р. р.

XXIV – Канино-Тиманская – бокситы, золото, титан, марганец, алмазы

43. Северо-Тиманский р. у. (алмазы)
44. Румянично-Великорецкое р. п. (молибден)
45. Бугровское р. п. (никель)
46. Ручьевское р. п. (медистые песчаники)
47. Среднетиманский р. у. (бокситы, титан, алмазы, золото, редкие металлы)
48. Рудное поле бассейна р. Цильма (медь)
49. Ыджит-Ю р. п. (золото, алмазы)
50. Джин-Ю р. п. (золото, алмазы)

51. Ямозерское р. п. (бокситы)
52. Пижемское р. п. (титан), Ичет-Ю р. п. (алмазы, золото)
53. Четласское р. п. (редкие металлы, марганец)
54. Югыд-Ю р. п. (золото)
54А. Светлинское р. п. (бокситы)
55. Ворыквинское р. п. (бокситы)
56. Южно-Ворыквинское р. п. (бокситы)
58. Южно-Тиманский р. у. (бокситы, огнеупорные глины, титан)
59. Вольско-Вымское р. п. (бокситы)
60. Кедва-Тобысское р. п. (огнеупорные глины, бокситы)
61. Ярегско-Водненское р. п. (титан)
62. Ижемское р. п. (бокситы)
63. Тимшерско-Пузлинское р. п. (огнеупорные глины, бокситы)

XXV – Вайгач-Пайхойская – барий, марганец, свинец, цинк

68. Вайгачский р. у. (свинец, цинк)
69. Собско-Пальникское р. п. (барий)
70. Карасиловское р. п. (марганец)

XXVI – Западно-Уральская – алмазы

XXVII – Полярно-Уральская – золото, свинец, цинк, вольфрам, молибден, хром, барий

71. Карско-Усинское р. п. (медь)
72. Енганэпейско-Манитанырдский р. у. (золото россыпное, коренное)
73. Собско-Пальникский р. у. (барий)
74. Хойлинско-Лагортинский р. у. (хромит)
75. Харотское р. п. (хромит)
76. Кечпельское р. п. (хромит)
77. Хойлинское р. п. (хромит)
78. Верхнелагортинское р. п. (хромит)
79. Лемвинский р. у. (золото россыпное, коренное)
80. Кожимский р. р. (золото россыпное, коренное, полиметаллы)
81. Юнковожское р. п. (марганец)
82. Косьюнское р. п. (медь)
83. Малдинское р. п. (золото россыпное, коренное)
84. Росомахинское р. п. (золото россыпное, коренное)
85. Торговский р. у. (вольфрам, молибден)
86. Ильичский р. у. (свинец, цинк)
87. Печоро-Сосьвинский р. у. (золото россыпное)

XXVIII – Онежская – ванадий, асбест, золото

88. Падминский р. у. (ванадий, титан)
89. Повенецкий р. у. (асбест)

XXIX – Ориярви-Айяла – свинец, цинк, медь

XXX – Норботтен – железо, апатит, медь, золото

103. Кируна р. р. (железо, медь)
104. Патток р. р. (железо, медь)
105. Сваппавара (железо, апатит)
106. Аитик (медь, железо, серебро, золото)

XXXI – Пахтаваарская – золото, свинец, цинк, медь

92. Центрально-Лапландский р. р. (золото)
93. Перапохья р. р. (золото)

XXXII – Бергслаген – свинец, цинк, медь, железо, апатит, золото

112. Фалун р. р. (свинец, цинк, никель, медь, серебро)
113. Стросса (железо, апатит, свинец, цинк)
114. Оммеберг (цинк, свинец, серебро)

XXXIII – Лофотен-Вестеролен – никель, медь, железо, графит

115. Веттерн р. р. (марганец, титан)
116. Лиллебукт р. р. (нефелиновые сиениты, железо, титан, апатит)
117. Финнмарк р. р. (медь)

118. Бьернгванн р. р. (железо)
119. Брунванн р. р. (никель, медь, свинец, цинк)

Рудные узлы и поля, находящиеся вне минерагенических зон

36. Локновское р. п. (молибден)
37. Старорусский р. у. (молибден, марганец, тугоплавкие глины)
38. Ловатьское р. п. (молибден)
42. Пешский р. у. (марганец)
57. Ижемское р. п. (фосфориты)
64. Максаро-Пижемское р. п. (фосфориты)
65. Вымское р. п. (фосфориты, цеолиты)
66. Веслянское р. п. (фосфориты, цеолиты)
67. Верхнепечорский соленосный бассейн
90. Бураковский р. у. (хром, никель, золото, платина)
94. Кеми р. р. (хром, платина, титан)
101. Тампери р. р. (золото, медь, серебро)
102. Ахлайнен-Кюльмякоски р. р. (никель, медь)
107. Лайсвалль р. р. (свинец, цинк, серебро)
108. Доротея р. р. (свинец, цинк, серебро)
121. Рана р. п. (железо, свинец, цинк, медь)
122. Вестернботтен р. п. (цинк, свинец, медь, золото)
123. Гронг р. п. (медь, цинк, свинец)
124. Тронхейм р. р. (медь, цинк, никель)
127. Грабен Осло р. р. (апатит, железо, титан, редкие металлы)
128. Сигдал р. п. (никель, медь, серебро)
129. Мере р. р. (титан, ванадий)
130. Саннфьорд р. п. (титан, ванадий)
131. Берген р. п. (железо, титан, медь, никель)

Как видно из перечня, на Российской территории выделено 28 минерагенических зон и 90 рудных районов, узлов и полей. Кроме того, вынесено 382 месторождения и рудопроявления (на Российской территории) и шесть минерагенических зон, 41 рудный район и 165 месторождений на территории Западной Фенноскандии. Все эти минерагенические таксоны, вынесенные на геологическую основу, дают наглядное представление о закономерностях пространственно-временного распределения важнейших твердых полезных ископаемых на территории Северо-Западного федерального округа РФ, Финляндии, Швеции и Норвегии.

халькофильно-литофильный тип оруденения и как правило, более крупные месторождения. Таким образом, завершение полного цикла характеризуется повышенной продуктивностью и разнообразием оруденения. В карельском цикле выделяется ранне-, средне- и позднекарельские металлогенические эпохи. Первые две характеризуются чередованием контрастного базит-гипербазитового и щелочного магматизма и соответственно сходным типом оруденения. С базит-гипербазитовыми сериями связаны крупные месторождения никеля, проявление хрома, платины, ванадия и титана. Со щелочными комплексами-месторождения и проявления титана, золота, циркония и железа. В позднекарельскую эпоху одновременно существовали две области с различными тектоническим режимом. В Ладожско-Ботническом блоке в условиях орогенного режима формировались мелкие и средние месторождения редкометальных пегматитов, золота, вольфрама и фосфора.

3. Минерально-сырьевая база региона

Северо-Западный Федеральный округ занимает площадь 1854.7 тыс. км^2, что составляет 9 % общей территории Российской Федерации, с населением почти 15 млн. чел.(9.9% общероссийского). Значительная часть его принадлежит к труднодоступным неосвоенным районам, в том числе обширные территории на востоке Кольского полуострова и в юго-восточной Карелии, в пределах Архангельской области, включая Ненецкий автономный округ, и Республики Коми. Тем не менее, Северо-Западный округ занимает существенное, а по ряду видов сырья – ведущее место в минерально-сырьевой базе важнейших полезных ископаемых России.

Ресурсы топливно-энергетического комплекса сконцентрированы, главным образом, в северо-восточной части округа, локализуясь в пределах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и Печорского угольного бассейна на территории Республики Коми и Ненецкого АО. Здесь сосредоточено более 200 месторождений нефти и газа, 38 из которых находятся в разработке, с разведанными запасами, составляющими 8.4% общероссийских запасов нефти и 7.3% газа. На рубеже XX1 века на Северо-Востоке европейской части России добывается 4% нефти и конденсата РФ. Балансовые запасы каменного угля второго по величине в РФ Печорского басейна составляют 4.1% общероссийских; эксплуатация трех крупных угольных месторождений обеспечивает 7.8% общей добычи России, в том числе до 20% коксующихся углей.

В недрах Северо-Западного округа заключены все общероссийские балансовые запасы стронция, янтаря и кианитов, от 80 до 95% запасов РЗМ, апатита, флогопита, вермикулита, нефелиновых руд и пьезооптического кварца (см. таблицу), от 30 до 65% запасов хромовых руд, бокситов, Ti, Li, Ta, Nb России. Еще более значительна роль Северо-Западного округа в добыче минерального сырья. В настоящее время здесь производится весь российский Ti, Zr, РЗМ, Sr, апатит,флогопит, янтарь; округ доминирует в продукции Ta, Nb, фосфоритов, нефелинов и пьезооптического сырья (кварц и флюорит для плавки).

На территории Северо-Западного Федерального округа действует более 20 горнодобывающих предприятий, эксплуатирующих месторождения полезных ископаемых или подготавливающих их к освоению; около половины из них являются

градообразующими. К наиболее крупным горно-обогатительным комбинатам (ныне преобразованным в акционерные общества), имеющим федеральное значение,

Виды минерального сырья	Доля СЗ ФО в % от общероссийских	
	Активные запасы	Добыча
Железные руды	4.5	19.2
Марганцевые руды	0.9	69.2
Хромовые руды*	63	-
Титан	47.8	~100
Никель	10	19
Бокситы	48.9	15
Нефелины	80.9	86.9
Литий	58.1	-
Цирконий	28.2	100
Ванадий	2.6	-
Тантал	33.2	60
Ниобий	29.2	93
Редкоземельные металлы	94.7	100
Стронций	100	100
Алмазы	16.0	-
Апатиты	95.3	100
Фосфориты	18.2	77
Барит	17	-

Мусковит листовой	27.4	-
Флогопит	77.6	100
Вермикулит	85	-
Высокоглиноземистое сырье для огнеупоров	99.4	-
Каменная соль	3.0	0.014
Кварц для плавки	80	более 50
Янтарь	100	100

Примечание: * учтены ресурсы C_2+P_1.

принадлежат ГОКи: Оленегорский («Олкон»), Ковдорский, «Печенганикель» и «Североникель», «Апатит», Ловозерский («Севредмет»), «Севералмаз», Калининградский янтарный комбинат и другие. В перспективе значительную роль в обеспечении российской промышленности дефицитными видами минерального сырья будут играть ОАО «Боксит Тимана», ОАО «Ярегская нефтетитановая компания», АООТ «СОБР», ОАО «Марганец Коми», АО «Карелмет». С выходом бокситовых рудников Среднего Тимана на проектную мощность СЗ Федеральный округ будет поставлять более 60% российских бокситов для производства глинозема, а освоение месторождений им. Ломоносова и им. В.Гриба в Архангельской области на 1/3 увеличит общероссийский выпуск алмазной продукции. Подготавливаются к эксплуатации и крупнейшие в России месторождения других дефицитных видов минерального сырья – хромовых руд (Аганозерское) и титана (Ярегское). В более отдаленном будущем на территории СЗ округа возможны значительная добыча металлов платиновой группы, промышленное освоение эвдиалитовых руд (Zr, Y, RE_Y), рудного золота, кианитов Кейв и других видов сырья.

Северо-Западный Федеральный округ характеризуется развитием не только горнодобывающей, но и перерабатывающей отрасли промышленности. АО «Северсталь» (Череповецкий МК) является одним из крупнейших предприятий черной металлургии страны, обеспечивающим более 16% общероссийской выплавки чугуна. Среди предприятий цветной металлургии выделяется АО «Комбинат Североникель», выпускающий 43% никеля, около 15% меди и более 40% кобальта РФ; в ближайшие годы планируется производство новых видов продукции (феррохром, нержавеющая сталь и др.). На территории округа расположен первенец российской алюминиевой промышленности – Волховский алюминиевый завод (ныне АО "Волховский алюминий"); вместе с двумя другими предприятиями (Надвоицкий и Кандалакшский

АЗ) он обеспечивает около 8% производства первичного алюминия России – это при том, что свыше 80% его выплавляется на гигантских алюминиевых заводах Сибири (Братском, Красноярском, Саянском и др.). Планируется строительство алюминиевых заводов на базе бокситов Северо-Онежского и Средне-Тиманского районов, реализация этих планов увеличит общую мощность предприятий округа по выплавке алюминия более, чем в четыре раза.. Сооружение глиноземных заводов в Архангельской области и Республике Коми, перерабатывающих бокситы СОБР и Среднего Тимана, в дополнение к двум действующим позволит удовлетворять 35-40% общей потребности российских алюминиевых заводов в глиноземе и резко сократить его импорт из-за рубежа.

В настоящее время в Северо-Западном округе действуют три предприятия по производству минеральных удобрений, наиболее крупным из которых является ПО «Аммофос» (г. Череповец). Рассматриваются планы строительства химзавода по выпуску двойного суперфосфата в Мурманской области, в непосредственной близости к производству апатитового концентрата. Другие проекты включают строительство завода по производству ферросплавов в г. Тихвин, сооружение цеха гидрометаллургического передела лопаритового концентрата в пос. Ревда и другие.

3.1. Состояние активных балансовых запасов и геолого-экономическая оценка разведанных месторождений

Перечень эксплуатируемых, осваиваемых и резервных месторождений (месторождений с активными запасами)

Понятие активных запасов появилось во второй половине 1990-х годов при выполнении организациями МПР России переоценки минерально-сырьевой базы РФ как той части балансовых запасов полезных ископаемых, отработка которых в настоящее время возможна с приемлемой величиной рентабельности [16].

К резервным отнесены месторождения распределенного фонда по тем или иным причинам не намеченные к освоению в ближайшей перспективе. Месторождения, принадлежащие к нераспределенному фонду, отнесены к Госрезерву.

Черные металлы

Железные руды	Мурманская область *Разрабатываемые*	Заимандровский рудный район, Оленегорская группа месторождений: Оленегорское Кировогорское

		Им. проф. Баумана Им. 15 годовщины Октябрьской революции
	Подгатавливаемые к освоению	Комсомольское
	Резервные	Южно-Кахозерское (восточный участок) Куркенпахк ОАО «Олкон»
	Разрабатываемые	Ковдорское месторождение комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых руд АО «Ковдорский ГОК»
	Республика Карелия	
	*Разрабатываемы**е***	Костомукшское
	Подготавливаемые к освоению	Корпангское
		АО «Карельский окатыш»
	Перерабатывающие предприятия	АО «Северсталь» (Череповецкий металлургический комбинат)
Марганцевые руды	Республика Коми *Подготавливаемые к освоению*	Парнокское Участок Магнитный-1 ОАО «Марганец Коми»
Хромовые руды	Мурманская область *Подготавливаемые к освоению*	Сопчеозерское АО «Кольская ГМК»
	Разведываемые	Большая Варака
		Elkem ASA (Норвегия)
	Республика Карелия *Разведываемые*	Аганозерское
		АО «Карелмет»
Титан	Мурманская область *Разрабатываемые*	Ловозерское
		АО «Севредмет»
	Разведывемые	Юго-Восточная Гремяха
		АО «Кольская ГМК
	Республика Коми *Подготавливаемые к освоению*	Ярегское

		ОАО «Ярегская нефтетитановая компания»
Цветные металлы		
Никель, медь	Мурманская область	Печенгское рудное поле, месторождения:
	Разрабатываемые	Ждановское
		Семилетка
		Котсельваара
		Заполярное
	Подготавливаемые к освоению	Спутник
		Верхнее
		Быстринское
		Тундровое
	Резервные	Северный Онки
		АО «ГМК Печенганикель»
	Разведываемые	Ловнозерское
		ЗАО «Кола Майнинг»
	Перерабатывающие предприятия	АО «Комбинат Североникель» (г. Мончегорск)
Бокситы	Республика Коми	Средне-Тиманская группа месторождений
	Разрабатываемые	Вежаю-Ворыквинское
	Подготавливаемые к освоению	Верхне-Щугорское
		Восточное
		ОАО «Боксит Тимана»
	Архангельская область	Северо-Онежский бассейн
	Разрабатываемые	Иксинское
		АООТ «СОБР»
	Ленинградская область	Тихвинский бассейн

	Разрабатываемые	Радынское
	Подготавливаемые к освоению	Малогорское
		ОАО «Бокситогорский глинозем»
	Перерабатывающие предприятия	АО «Волховский алюминий» (г. Волхов)
		ОАО «Бокситогорский глинозем» (г. Бокситогорск)
		Надвоицкий АЗ (п. Надвоицы)
		Кандалакшский АЗ (г. Кандалакша)
Нефелин	Мурманская область	
	Разрабатываемые и резервные	Хибинская группа месторождений апатит-нефелиновых руд
		ОАО «Апатит»
	Переребатывающие предприятия	ОАО «Пикалевское объединение «Глинозем» (г. Пикалево)
		АО «Волховский алюминий» (г. Волхов)

Редкие металлы

Литий (сподумен)	Мурманская область	Колмозерская группа месторождений:
	Резервные	Колмозерское
		Полмостундровское
		Вороньетундровское
		АО «Севредмет»
Цирконий	Мурманская область	
	Разрабатываемые	Ковдорское месторождение комплексных руд
		Ковдорское техногенное месторождение
		АО «Ковдорский ГОК»
	Резервные	Чинглусуай (Аллуайв)

		АО «Севредмет»
Ванадий	Республика Карелия	
	Подготавливаемые к освоению	Средняя Падма
	Резервные	Весеннее
		Верхняя Падма
		Космозерское
		Царевское
		ГП «Невскгеология»
	Архангельская область	
	Разрабатываемые (V не извлекается)	Иксинское бокситовое
		АООТ «СОБР»
	Республика Коми	
	Разрабатываемые (V не извлекается)	Вежаю-Ворыквинское
	Подготавливаемые к освоению	Верхне-Щугорское бокситовое
		ОАО «Боксит Тимана»
Тантал	Мурманская область	
	Разрабатываемые	Ловозерское месторождение, участки:
		Карнасурт
		Кедыквырпахк
		Умбозерский (1 шахтное поле)
	Резервные	Умбозерский (11 шахтное поле)
		Аллуайв (ювиты)
		Вороньетундровское месторождение
		Колмозерское месторождение
		Полмостундровское месторождение
		АО «Севредмет»
Ниобий	Мурманская область	

	Разрабатываемые и резервные	Ловозерское
		АО «Севредмет»
	Госрезерв	Неске-Ваара
РЗМ и иттрий	Мурманская область	
	Разрабатываемые	Ловнозерское
	Резервные	Чинглусуай (Аллуайв)
		АО «Севредмет»
	Разрабатываемые (извлекаются частично)	Хибинская группа месторождений апатит-нефелиновых руд
		ОАО «Апатит»
Стронций	Мурманская область	
	Разрабатываемые (извлекается частично)	Хибинская группа месторождений апатит-нефелиновых руд
		ОАО «Апатит»

Благородные металлы и алмазы

Золото	Республика Карелия	
	Разрабатываемые	Майское
		АОЗТ «Вуосна» ЛТД
	Республика Коми	
	Разрабатываемые	Бол. Каталамбию
		Сюрась-Рузь-Вох
		Балбанью
		СП «Кожимская Горнорудная Компания»
		Артель «Комсомольская»
	Подготавливаемые к освоению	Каталамбинский участок
		ОАО «Интагео»

	Госрезерв	32 россыпных месторождений Кожимского золоторудного района
Алмазы	Архангельская область	
	Подготавливаемые к освоению	Месторождение им. Ломоносова
		ЗАО «Севералмаз»
	Разведываемые	Месторождение им. В. Гриба
		АО «Архангельскгеолдобыча»
Неметаллы		
Апатиты	Мурманская область	
		Хибинская группа месторождений апатит-нефелиновых руд:
	Разрабатываемые	Кукисвумчоррское
		Юкспорское
		Апатитовый Цирк
		Плато Расвумчорр
		Коашвинское
		Ньоркпахк
	Резервные	Олений Ручей
		Эвеслогчорр
		Партомчорр
		Куэльпор
		ОАО «Апатит»
	Разрабатываемые	Ковдорское месторождение комплексных руд
		Ковдорское техногенное
	Подготавливаемые к освоению	Ковдорское апатит-штаффелитовое
		АО «Ковдорский ГОК»
	Перерабатывающие	ПО «Аммофос» (г. Череповец)

	предприятия	ПО «Азот» (г. Новгород)
Фосфориты	Ленинградская область	
	Разрабатываемые	Кингисеппское АООТ «Фосфорит»
Барит	Республика Коми	
	Разрабатываемые	Хойлинское ЗАО «Хойлинский ГОК»
Мусковит мелкоразм.	Мурманская область	
	Разрабатываемые	Риколатвинское техногенное ТОО «Мусковит»
	Республика Карелия	
	Разведываемые	Плотина техногенное ЗАО «Чупинский ГОК»
Кианит для огнеупоров	Республика Карелия	
	Подготавливаемые к освоению	Хизовара ЗАО «ИКИМСО»
Вторичные каолины	Новгородская область	
	Разрабатываемые	Волгинское Шиботовское Малиновецкое Окладненское
	Резервные	Балаковское Райцкое Мишинское Ключенское ОАО «Боровичский комбинат огнеупоров»

Глины тугоплавкие	Псковская область	
	Разрабатываемые	Печорское
		ЗАО «Псковкислотоупор»
Пески стекольные	Республика Коми	
	Госрезерв	Чернокурка-1
	Вологодская область	
	Разрабатываемые	Сазоновское
		ОАО «Смердомльский стекольный завод»
		ОАО «Покровский стекольный завод»
	Новгородская область	
	Разрабатываемые	Неболчинское
		ОАО «Неболчинское карьероуправление»
	Подготавливаемые к освоению	Крапивненское
		ЗАО «Русская Горная Компания»
	Ленинградская область	
	Разрабатываемые	Кингисеппское фосфоритовое (отходы производства)
		АООТ «Фосфорит»
Пески формовочные	Ленинградская область	
	Разрабатываемые	Новинское
		Крупели
		АООТ «Лужский ГОК»
	Псковская область	
	Разрабатываемые	Струго-Красненское
		ООО «Стромпесок»
Каменная соль	Республика Коми	
	Разрабатываемые	Сереговское
		ГП «Сереговский сользавод»

	Калининградская область	
	Госрезерв	Гусевское
Янтарь	Калининградская область	
	Разрабатываемые	Пальмникенское
		Приморское
		ГП «Калининградский янтарный комбинат
		Филино
		АОЗТ «Адитон»

3.1.1.Черные металлы
Железные руды

Общемировые запасы железных руд, сосредоточенные в 95 странах, на начало 1999 года составили 377.1 млрд.т, в том числе подтвержденные – 198.9 млрд.т. Главную роль среди геолого-промышленных типов железорудных месторождений играют метаморфогенные магнетит-гематитовые месторождения формации железистых кварцитов (72.5% подтвержденных запасов, 76% добычи), далее следуют месторождения гидрогетит-шамозит-сидеритовых руд (12% запасов, 10% добычи), магматические ильменит-магнетитовые и апатит-магнетитовые месторождения (5.5% запасов и добычи), и скарново-гидротермальные месторождения (5.5% запасов и 5.1% добычи).

Распределение железорудных месторождений неравномерно: более 75% общих запасов и почти 80% промышленных сосредоточены на территории 12 государств, а около 75% промышленных запасов находятся в 8 странах – России, Украине, Австралии, Канаде, США, Китае, Казахстане и Бразилии. Ниже в таблице дана динамика производства товарных железных руд за последнее десятилетие XX века по главным мировым продуцентам.

Страна	1990	1993	1997	1999	1999/

	млн.т	млн.т	млн.т	млн.т	% от мирового	1990 %
СССР	235.6					
Россия	107.0	76.1	70.9	82.3	7.86	76.9
Украина	103.6	65.5	53.4	52.0	4.97	50.2
Казахстан	24.9	13.1	13.0	10.0	0.96	40.2
Бразилия	152.3	159.5	188.0	194.0	18.53	127.4
Австралия	111.5	120.5	157.1	150.0	14.33	134.5
Китай	91.4	226.0*	250.0*	210.0*	20.06	229.8
Индия	53.7	55.8	69.4	75.0	7.16	139.7
США	56.4	55.7	63.0	57.0	5.44	101.1
Канада	35.7	30.5	38.9	35.0	3.34	98.0
ЮАР	30.3	29.4	30.7	33.5	3.20	110.6
Швеция	19.9	18.7	21.9	21.0	2.00	105.5
Итого	**786.7**	**850.8**	**956.3**	**919.8**	**87.8**	
Мировое	**902.3**	**947.8**	**1053.1**	**1047.0**		**116.0**

*объем добычи железных руд

Основными странами-экспортерами железной руды в последнее время являются Австралия, Бразилия, Канада, Индия и ЮАР, добывающие (кроме Канады) высококачественную руду с содержанием железа от 52 до 64%.

В Российской Федерации добыча и производство товарных железных руд ведется в Северо-Западном, Центральном, Уральском и Сибирском федеральных округах. Общая характеристика сырьевой базы России приведена в таблице.

Федеральный округ	Балансовые запасы $A+B+C_1$ на 01.01.2000			Добыча из недр за 1999 г.		Произв-во товарн. руды за 1999 г.	
	млн.т	% от общих	Средн.сод. Fe,%	млн.т	% от общей	млн.т	% от общего
Северо-Западный	2547.7	4.5	30.26	41.2	19.2	14.5	17.9
Центральный	33621.8	59.1	41.04	109.8	51.2	43.7	54.1
Уральский	8618.0	15.2	20.6	46.8	21.8	12.2	15.1
Сибирский	7370.1	13.0	34.89	16.7	7.8	10.3	12.8
Приволжский	265.0	0.4	35.22	0.1	0.0	0.1	0.1

Дальневосточный	4452.8	7.8	32.9	-	-	-	-
Всего РФ	**56875.4**	**100**	**35.89**	**214.6**	**100**	**80.8**	**100**

В целом экономика России обеспечена запасами железных руд. Общие разведанные запасы в состоянии обеспечить действующие предприятия на длительный срок. Основная проблема состоит в обеспечении сырьем производственных мощностей Урала; для удовлетворения потребностей Южно-Уральских металлургических комбинатов (Магнитогорского, «Мечел»), не имеющих местной базы, ежегодно поставляется около 20 млн.т товарных железных руд из КМА и Казахстана.

Активные запасы железных руд СЗ округа РФ

руда, млн.т

Месторождение	Fe,%	Балансовые запасы		Забалан запасы	Прогн ресурсы	Запасы $B+C_1$ на 1.01. 2001 г	Производительность		
		$B+C_1$	C_2				1991	1996	проект.
Мурманская область									
ОАО «Олкон»							15.15	9.8	11.3
Разрабатываемые									
Оленегорское	30.8	487.9	58.8	6.5		424.4			
Кировогорское	30.3	149.1	9.7	4.9	250	54.6			
Им.проф.Баумана	30.6	61.0	-	8.2		25.7			
Им.15 год.Окт.револ.	29.7	33.2	2.3	60.3		28.7			
Подготавл.к освоению									
Комсомольское	29.2	148.1	5.1	42.2		146.7			
Резервные									
Южно-Кахозерское, восточный участок	29.1	21.1	19.6	16.6		21.1			
Куркенпахк	30.1	9.4	7.5			9.4			
АО «Ковдорский ГОК							19.1	7.8	16.0
Разрабатываемые									
Ковдорское	24.4	836.9	78.8	69.4		427.1			
Республика Карелия									
АО «Карельский окатыш»							22.1	16.4	20.0
Разрабатываемое									

Костомукшское	32.2	1107	261.9	1015.4	100	1003.4			
Подготавл.к освоению Корпангское	29.5	314	13.3	165.9	200	314			
ВСЕГО		3167.7	457.0	1392.4	550	24455.1	56.35	34.0	47.47

Заимандровский рудный район

Оленегорская группа месторождений

Оленегорская группа месторождений представляет собой сырьевую базу ОАО «Олкон» и включает 13 железорудных месторождений и рудопроявлений, принадлежащих к кремнисто-железорудной формации (железистых кварцитов) так называемого оленегорского типа [38].

Все месторождения Оленегорской группы с балансовыми запасами руд были открыты в 1932-1933 годах и разведаны в 1965-1967 (Оленегорское, Комсомольское, Куркенпахк) и в 1971-1975 (Кировогорское, Им. проф. Баумана, Им. 15 годовщины Октябрьской революции, Южно-Кахозерское) годах. Запасы железных руд

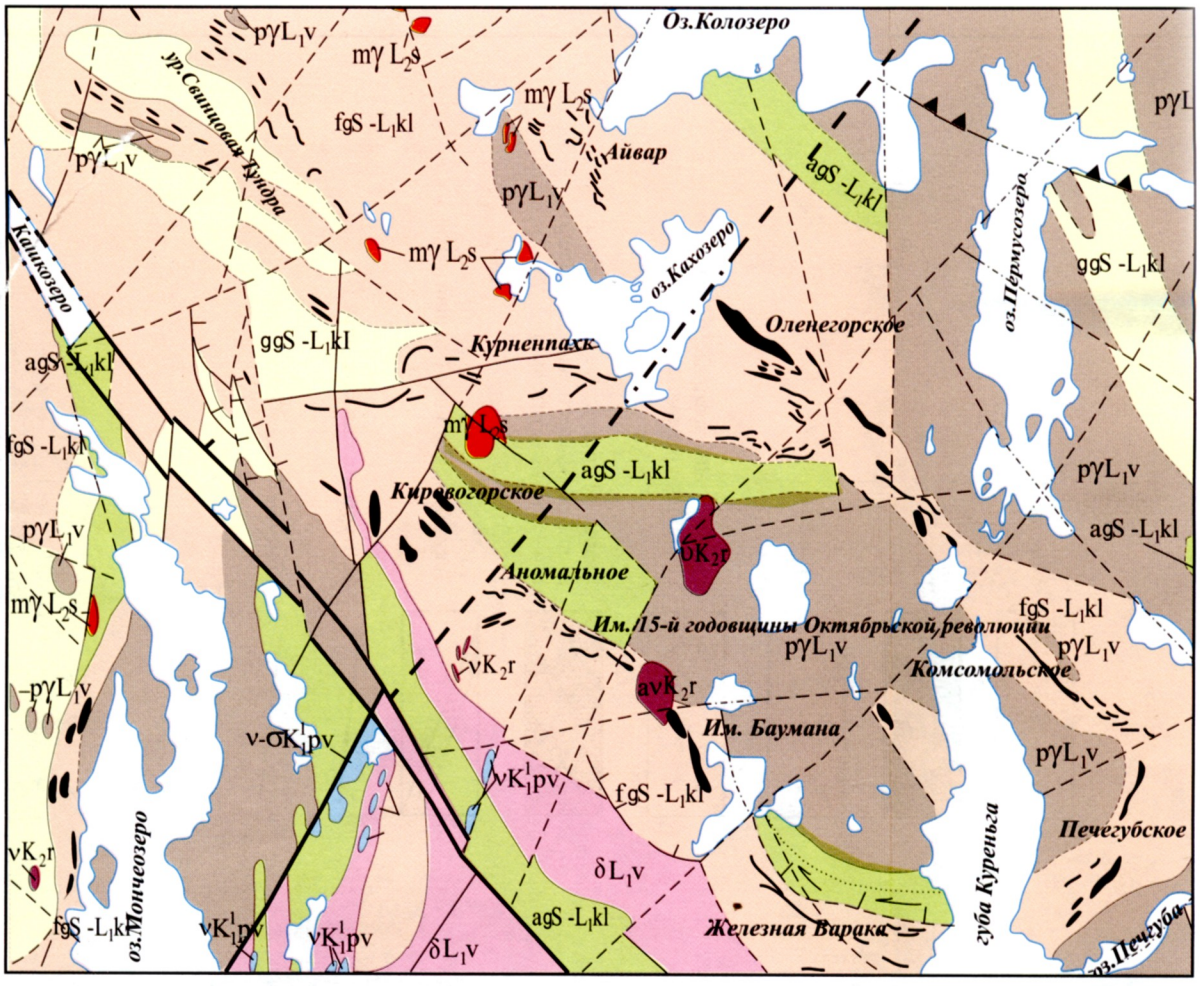


Рис. 4. Геологическая карта Заимандровского рудного района масштаба 1 : 200 000.

υ-νK$_2$r — Райненчоррский комплекс клинопироксенит-верлитовый. Концентрически-зональные интрузии, дифференцированные от оливинитов до клинопироксенитов; клинопироксениты (υ), андезитовые габбро (aν) и габбро-нориты (ν).

ν-σK$^1_1$pv — Печенга-варзугский комплекс перидотит-пироксенит-габброноритовый расслоенных интрузий. Интрузии, расслоенные от дунитов до габброноритов (ν - σ).

mγ L$_2$s — Симбозерский комплекс ультраметагенных гранитов. Мигматит-граниты плагио-микроклиновые биотитовые, частью лейкократовые и пегматоидные.

pγL$_1$v — Вежетундровский комплекс эндербит-плагиогранитный. Подкомплекс плагиоглазовых гранитов. Гнейсо-плагиограниты, биотитовые и амфибол-биотитовые, реже гиперстеновые.

δL$_1$v — Подкомплекс эндербитов. Гнейсо-диориты и кварцевые гнейсо-диориты биотит-амфиболовые, амфиболовые и амфибол-гиперстеновые.

agS -L$_1$kl — Кольский комплекс метаморфический. Подкомплекс амфиболито-гнейсовый (ag) Амфиболиты, пироксен-плагиоклазовые кристаллосланцы, плагиогнейсы амфиболовые и амфибол-биотитовые.

fgS -L$_1$kl — Подкомплекс железистых пород и гнейсов (fg). Плагиогнейсы биотитовые и амфибол-биотитовые, гранат-биотитовые с высокоглиноземистыми минералами, амфиболиты, гиперстен-плагиоклазовые кристаллосланцы .

ggS -L$_1$kI — Подкомплекс глиноземистых гнейсов (gg). Плагиогнейсы гранат-биотитовые и биотитовые с высокоглиноземистыми минералами.

Рудные тела

а б в г — Геологические границы между разновозрастными геологическими образованиями: а) достоверные, б) предполагаемые, скрытые под выше лежащими образованиями, в) неустановленной морфологии, г) между фациально разными образованиями одного возраста тектонитов

Разрывные нарушения.

а б в — Главные структурные швы : а) достоверные, б) предполагаемые, скрытые под вышележащими образованиями, в) неустановленной морфологии

а б в — Прочие : а) достоверные, б) предполагаемые, скрытые под вышележащими образованиями, в) неустановленной морфологии

а б — Надвиги: а) достоверные, б) предполагаемые, в) достоверные

сбросы, предполагаемые

сдвиги

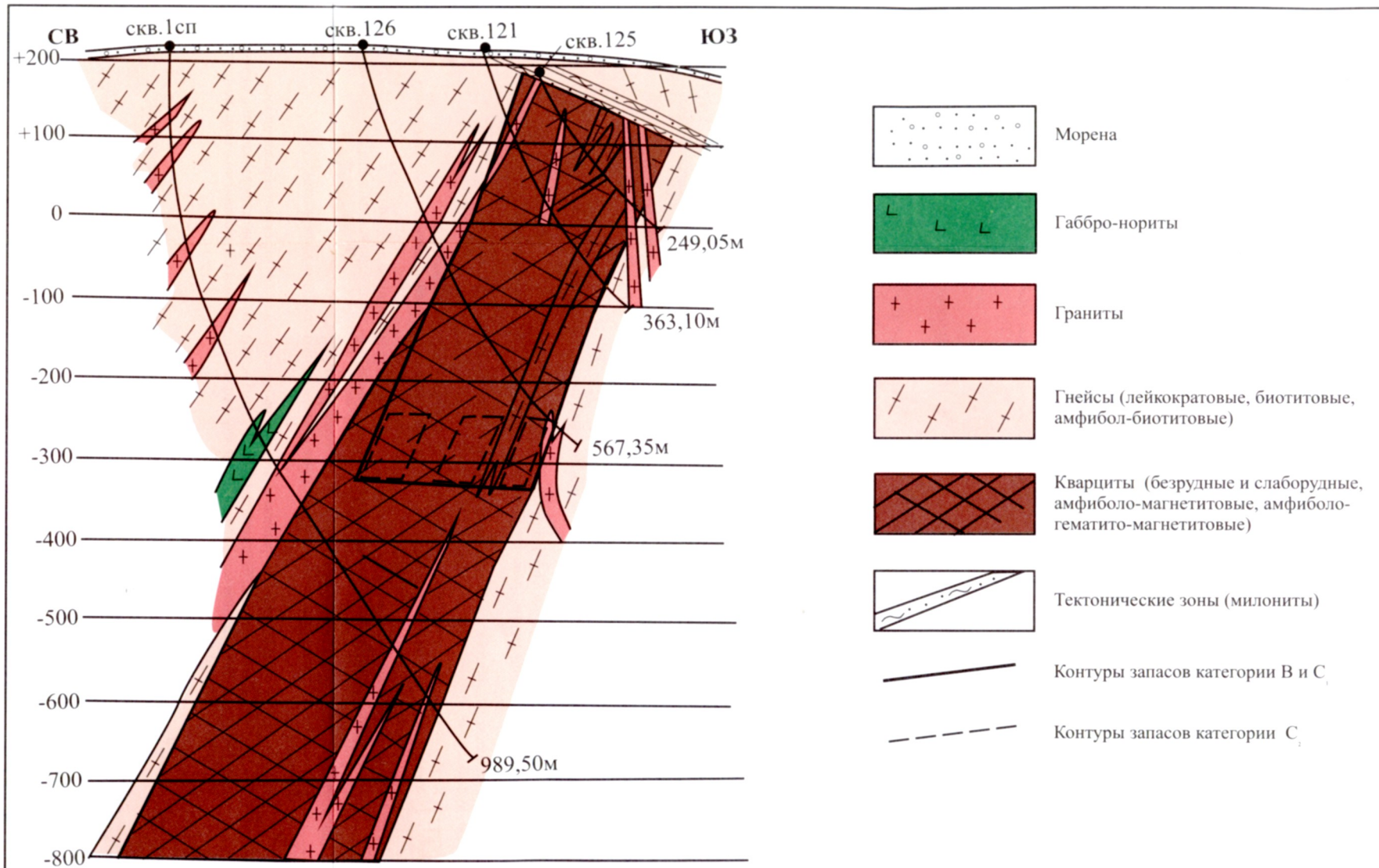


Рис. 5. Месторождение Оленегорское, геологический разрез по профилю 12 (по материалам Имандровский ГРП).

месторождений Оленегорского, Кировогорского, Им. проф. Баумана, Им. 15 годовщины Октябрьской революции и Комсомольского утверждались ВКЗ или ГКЗ по завершении разведочных работ и в 1978-1988 годах переутверждались с учетом результатов доизучения. Оленегорское месторождение принадлежит к крупным, Кировогорское – к средним, остальные являются мелкими. В 4 разрабатываемых месторождениях заключено более 70% балансовых запасов и почти 80% балансовых запасов категорий $B+C_1$.

Железистые кварциты Заимандровского района входят в состав рудоносной амфиболит-гнейсовой формации, принадлежащей кольской серии раннего архея. Продуктивная часть её разреза сложена биотитовыми, лептитовыми, биотит-амфиболовыми гнейсами и амфиболитами с линзо- и пластообразными телами железистых кварцитов, прослоями двуслюдяных и высокоглиноземистых гнейсов (рис. 4). Они пересечены пегматитовыми жилами, дайками габбро-диабазов и интрудированы ранними олигоклазовыми и поздними плагио-микроклиновыми гранитами, габбро-норитами. Рудоносные супракрустальные толщи образуют узкие зоны северо-западного простирания с крутым ($60\text{-}80^0$) падением к юго-западу, ограниченные разломами и зажатые между гранитогнейсовыми куполами.

Рудные залежи представлены отдельными крупными линзовидными или пластовыми телами, либо зонами переслаивания железистых кварцитов с гнейсами и амфиболитами (рис. 5). Параметры их близки и составляют от 700-750 м (Куркенпахк) до 3200 м (Оленегорское) по простиранию при мощности от 10-15 м до 100-250 м с раздувами до 300 м и более. Рудные тела залегают моноклинально, они разбиты поперечными разломами и осложнены пологими надвигами.

Среди минеральных типов руд преобладают амфибол-магнетитовый и пироксен-амфибол-магнетитовый; подчиненное значение имеют пироксен-магнетитовый и магнетит-пироксеновый. В рудах Оленегорского и, в меньшей степени, Кировогорского месторождений наряду с магнетитом небольшим развитием пользуется гематит – на Оленегорском месторождении среднее содержание гематита в руде достигает 12-15% при отношении магнетита к гематиту в целом по месторождению 4:1. Руды Кировогорского месторождения содержат примесь гематита лишь в приповерхностной части залежи, отношение магнетита к гематиту здесь 13.3:1. В качестве второстепенных минералов руд присутствуют гранат, биотит, карбонат.

Среднее содержание общего железа в рудах меняется от 29.10 до 32.80%, а железа, связанного с магнетитом – от 23.32 до 28.46%; SiO_2 от 43.91 до 50.02%, суммы

CaO+MgO от 3.87 до 6.60%. Концентрации TiO_2 составляют 0.02-0.10%, серы 0.03-0.25%, P_2O_5 0.02-0.06%.Обогащение руд на действующих обогатительных фабриках производится по схеме, включающей измельчение (58-62% класса –0.071 мм) и три стадии мокрой магнитной сепарации. По этой схеме обеспечивается получение рядовых концентратов с содержанием железа 65.6-65.7% при извлечении 80-81% и выходе концентрата 35-39%. Концентрат по качеству (содержание железа, кремнезёма) и концентрациям вредных примесей (серы) не соответствует требованиям мирового рынка и уступает аналогам основных производителей железной продукции в России (ОАО «Лебединский ГОК», «Стойленский ГОК»). В связи с этим реализация его на внешнем рынке возможна лишь по сниженным ценам (на $ 2-3 ниже мировой цены), что явилось одной из причин прекращения экспорта (в 1991 было экспортировано 790 тыс.т концентрата).

Основным потребителем магнетитового концентрата ОАО «Олкон» является АО «Северсталь», покупающий его несмотря на низкое качество, т.к. в РФ только этот концентрат по крупности соответствует требованиям агломерационного передела.

С 1978 года ОАО «Олкон» выпускает в небольших количествах высококачественный магнетитовый концентрат (суперконцентрат), содержащий 72% Fe, 0.3% SiO_2, 0.027% CaO+MgO, 0.01% S, 0.034% P_2O_5. Этот концентрат пригоден для производства металлических порошков, металлокерамики, магнитов, катализаторов и пр. В 1996 году построен цех по выпуску порошков производительностью 3500 т/год. ОАО «Олкон» планируется увеличение производства порошков до 10 тыс. т в год и организация производства из них 2000 т постоянных магнитов.

Общие запасы месторождений железных руд Оленегорской группы достаточно велики (по состоянию на 1.1.1996 г 710 млн.т), однако реальные запасы по эксплуатируемым месторождениям, пригодные для открытой добычи, составляют всего 129.3 млн.т, а с учётом ввода Комсомольского карьера – 190.5 млн.т (на 1.06.1998). Выбытие карьеров произойдет в 2008 – Бауманского, в 2012 – им.15 годовщины Октябрьской революции, в 2015 – Оленегорского и в 2019 – Кировогорского. При освоении Комсомольского месторождения производительность на уровне 11.3 млн.т по руде может сохраняться до 2005 года, затем постепенный спад до 8.3 млн.т в 2015. Обеспечение ОАО «Олкон» сырьём на более длительную перспективу возможно либо при переходе на подземную разработку Оленегорского, Кировогорского и Комсомольского месторождений, либо путём вовлечения в освоение небольшими карьерами новых объектов в радиусе 15 км вокруг действующих ОФ. Оба варианта

являются в принципе убыточными, и ОАО «Олкон» видит возможность экономически эффективной деятельности в перспективе только при освоении производства новой высокотехнологичной продукции. В 2002 г планируется приступить к оценке подкарьерных горизонтов Кировогорского месторождения (до горизонта –350м), где ожидаются запасы C_1+C_2 в размере 250 млн.т руды с содержанием $Fe_{общ}$ 33-34%. Прогнозные ресуры P_1 на других месторождениях Оленегорской группы оценены только на глубоких горизонтах, ниже уровней подсчета запасов, и поэтому не могут быть вовлечены в отработку в течение длительного времени.

Ковдорское месторождение комплексных железных руд

Ковдорское железорудное месторождение было открыто одновременно с обнаружением одноименного массива щелочных ультрамафитов, фоидолитов и карбонатитов в 1933 году. Первая промышленная оценка и подсчёт запасов железных руд месторождения были произведены в 1945, в ГКЗ впервые запасы были утверждены в 1951. С 1961 начата разработка месторождения Ковдорским ГОКом, ныне АО «Ковдорский ГОК».

В 1963-1971 был установлен комплексный характер руд и произведена переоценка месторождения с переутверждением в ГКЗ запасов руд как комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых. В 1972-1975 Ковдорской ГРП выполнена комплексная переоценка вскрышных маложелезистых руд в контуре железного карьера и доказана возможность получения из них кондиционных концентратов. Запасы этих руд утверждены ГКЗ. В 1979 начаты и в 1987 завершены поисково-оценочные работы и структурно-поисковое бурение на глубокие горизонты месторождения с целью их подготовки к освоению после 2010 года с углубкой карьера до 900-1000 м. Произведена оценка ресурсов руд C_2+P_1 до глубины 1500 м.

Комплексные магнетитовые руды месторождения пространственно и генетически связаны с Ковдорским массивом щелочных ультрамафитов, фоидолитов и карбонатитов средне-позднедевонского возраста (360-380 млн.л), формирование которого обусловлено среднепалеозойской тектоно-магматической активизацией восточной части Балтийского щита. Месторождение образовано в связи с процессами позднего карбонатитового этапа становления массива и локализовано в краевой западной части его. Оно представлено крупным трубообразным рудным телом (Главная залежь), которое сопровождается серией мелких тел-сателлитов. Главная залежь заключает 97% запасов руд и в современном срезе имеет неправильную форму, будучи

вытянута в меридиональном направлении на 1300 м. Ширина залежи меняется от 800 м в южной части до 200-250 м на участке пережима и до 500 м вблизи северной оконечности. Контур определен опробованием и имеет извилистые очертания. Падение Главной залежи крутое с незначительным склонением к югу; до глубины 300-350 м она имеет форму крутого конуса, ниже переходящего в отвесный рудный столб, прослеженный бурением до 1600 м без признаков выклинивания. Вокруг залежи выявлено 4 жило-или линзовидных сателлита размерами 120-700х25-100 м и многочисленные жилы и прожилки руды мощностью менее 1 м.

Главная залежь представляет собой комплекс трёх месторождений: апатитовых (маложелезистых), комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых и редкометальных руд.

Апатитовые руды слагают периферическую кольцевую зону апатит-форстеритовых пород и ксенолиты того же состава и апатит-кальцитовых карбонатитов во внутренней части залежи. Промышленное значение маложелезистые руды имеют только в юго-западной половине кольцевой зоны, где её ширина составляет 20-150 м; в остальной части она не превышает первых метров.

Бадделеит-апатит-магнетитовые руды занимают доминирующее положение в Главной залежи и включают форстерит-магнетитовые, апатит-форстерит-магнетитовые, кальцит-форстерит-магнетитовые, доломит-форстерит-магнетитовые разновидности, а также рудные брекчии. Первые два типа преобладают в северной апофизе и по периферии южной части; кальцит-и доломитсодержащие разновидности вместе с секущими жилами кальцитовых карбонатитов слагают ядро южного тела (300х400 м). На глубоких горизонтах обнаружен сателлит с новым типом руд – доломит-тремолит-магнетитовым. Среди комплексных руд выделяются следующие геолого-промышленные типы [53]:

Геолого-промышленный тип	Среднее содержание, %					Рудные минералы
	$Fe_{общ}$	P_2O_5	$Zr O_2$	CO_2	S	
магнетит-апатитовый	7-15	7-10	0.05	10-20	0.25	апатит, магнетит
форстерит-магнетитовый	34.87	2.08	0.16	3.74	0.16	магнетит,бадделеит
апатит-форстерит-магнетитовый	29.40	7.95	0.17	4.59	0.24	магнетит,апатит, бадделеит
апатит-кальцит-форстерит-магнетитовый	24.04	7.13	0.15	14.95	0.40	

карбонат-форстерит-магнетитовый	32.15	1.73	0.18	7.71	0.35	магнетит,бадделеит

Редкометальные руды слагают три небольших тела в центре карбонатного ядра Главной залежи (около 20 тыс.м^2) и представлены гумит-или тетраферрифлогопит-кальцит-апатит-магнетитовыми породами и тетраферрифлогопит-кальцитовыми карбонатитами с повышенными концентрациями гатчеттолита, циркелита, пирохлора. Преобладают магнетитовые руды, доля редкометальных карбонатитов не превышает 20-25%.

Уточнённые запасы комплексных руд по состоянию на 1.01.1982 составили:

1. Запасы категорий $B+C_1+C_2$ до абсолютной отметки –350 м

- комплексные бадделеит-апатит-магнетитовые по борту 15% $Fe_{общ}$ (28.42%$Fe_{общ}$, 6.62% P_2O_5) – 233109 тыс.т
- маложелезистые апатитовые 15-10% $Fe_{общ}$ (13.33% $Fe_{общ}$, 6.52% P_2O_5) – 233109 тыс.т
- редкометальные руды по борту 15% $Fe_{общ}$ (23.10% $Fe_{общ}$,6.24% P_2O_5) – 31508 тыс.т

Всего 937451 тыс.т руды с 24.00% $Fe_{общ}$ и 6.59% P_2O_5.

2. Запасы категории C_2 и ресурсы P_1 в интервале абс.отметок –350 и –1310 м (до глубины 1500 м) – всего 2162190 тыс.т со средними 23.13% $Fe_{общ}$ и 6.76% P_2O_5.

В составе АО «Ковдорский ГОК», разрабатывающего месторождение с 1961 г, действуют карьер «Железный» и две обогатительные фабрики. До начала 1970-х единственным извлекаемым продуктом был магнетитовый концентрат, производство которого осуществляется на МОФ мокрой магнитной сепарацией. В 1975 завершилось строительство апатит-бадделеитовой обогатительной фабрики (АБОФ) производительностью 933 тыс.т апатитового концентрата и 5 тыс.т технической двуокиси циркония, извлекаемых из хвостов магнитной сепарации.

Проектная мощность ГОКа - 6 млн.т руды, 2.4 млн.т магнетитового концентрата – была достигнута в 1964 году. В дальнейшем были завершены работы нескольких очередей расширения, и к концу 1980-х мощность предприятия превысила 19 млн.т по руде, 5.8 млн.т магнетитового и 1.8 млн.т апатитового концентратов. После 1991 года в связи с кризисом экономики России уровень производства заметно снизился.

Обеспеченность предприятия разведанными запасами из расчёта проектной мощности составляет 34-35 лет, в т.ч. в контуре карьера – 26-27 лет.

Из руды с 24.5% $Fe_{общ}$ (22.5% $Fe_{магн}$) производится концентрат с 64.0-64.2% общего железа при извлечении 89-90.3% (94.5-95% магнитного железа). Концентрат содержит также 1.2-3.0% Al_2O_3, 4.5-6.5% MgO, 0.6-0.8% TiO_2, 0.2-0.3% P_2O_5, 0.2-0.3% S и до 0.15% ZnO. Класс –0.074 мм составляет 52-55%. Из-за низкого качества цена 1 т экспортируемого магнетитового концентрата не превышает $ 13.4 при себестоимости в 1996 г $ 16.7. Рентабельность производства поддерживается более высокими ценами (выше мировой), которые платит основной потребитель – АО «Северсталь». Однако, уже с 1996 года стала очевидной тенденция АО «Ковдорский ГОК» к сокращению выпуска магнетитового концентрата и наращиванию производства апатитовой и особенно бадделеитовой продукции, успешно реализуемых на внешнем рынке.

Костомукшский рудный район

Костомукшский рудный район принадлежит северной части Западно-Карельской синклинорной зоны, в составе которой комплекс архейских образований представлен двумя структурными ярусами: нижним (саамский кристаллический фундамент) и верхним, включающим толщу супракрустальных вулканогенно-осадочных пород лопия. Гранитогнейсы фундамента образуют серию овальных куполов, в обрамлении которых располагаются сложно-построенные синклинали, своеобразные дугообразные и кольцевые часто опрокинутые структуры, сложенные вулканогенно-осадочными породами верхнего яруса. Одной из наиболее крупных таких синклиналий является Костомукшская, вытянутая в северо-восточном направлении на 25 км при ширине 4.5-7 км и осложнённая в центральной части субширотным флексурообразным изгибом. В восточном, опрокинутом крыле синклинали расположено Костомукшское месторождение железистых кварцитов (кремнисто-железорудная формация костомукшского типа). Северо-восточный фланг синклинали ограничен Корпангским разломом северо-западного простирания, на её продолжении располагается куполовидный выступ фундамента, в обрамлении которого породы продуктивной гимольской серии образуют узкую дугообразную синклинальную структуру (7х0.5 км), вмещающую Корпангское месторождение того же формационного типа.

Характерной особенностью рудной формации костомукшского типа является связь железных руд с существенно метаосадочными породами флишоидного типа, представленными ритмично-слоистыми кварц-биотитовыми, биотит-кварцевыми сланцами и гнейсо-сланцами, а также геллефлинтами – метаморфизованными вулканитами преимущественно кислого состава. Эти породы относятся к

костомукшской свите гимольской серии лопийского возраста (2.8 млрд.лет), в которой локализована основная часть промышленных запасов. Железистые кварциты составляют значительную часть разреза свиты и генетически представляют метаморфизованные вулканогенно-осадочные образования. Руды и вмещающие породы метаморфизованы в условиях эпидот-амфиболитовой фации, местами гранитизированы и испытали натровый метасоматоз (развитие в железистых кварцитах рибекита, кроссита, эгирина или эгирин-диопсида).

Костомукшское железорудное месторождение

Месторождение выявлено в 1946 году аэромагнитной съёмкой, разведочные работы на нём велись в 1947-48, 1950-54 годах, позднее в 1961-65 гг были выполнены работы по переоценке месторождения, и в 1965 запасы утверждались в ГКЗ. В 1972-75 гг проведено доизучение глубоких горизонтов и подсчёт запасов по состоянию на 1.01.1975. Последнее утверждение запасов ГКЗ относится к 1980 году. В 1982 году началась разработка месторождения Костомукшским ГОКом, позднее преобразованным в АО «Карельский окатыш». Проектная мощность 1 очереди ГОКа по руде 8 млн.т, к 1984 году в эксплуатацию были введены все три очереди развития предприятия с общей производительностью 24 млн.т сырой руды в год.

Рудное поле Костомукшского месторождения имеет форму дуги, обращённой выпуклой частью к юго-западу. Падение рудных пластов к северу, северо-востоку и востоку под углами 60-80^0, общая протяженность около 20 км, максимальная ширина 2 км. Существовавшие ранее представления о структуре месторождения как синклинали или опрокинутой синклинали не получили подтверждения глубоким бурением и сейсморазведкой, свидетельствующими о моноклинальном залегании руд.

Рудная зона протягивается на 12.5 км и состоит из Основной залежи и Залежи переслаивания. Основная рудная залежь (70% запасов) имеет мощность на флангах от 13 до 70-100 м, в центральной части: у поверхности 156 м, на глубине 400-500 м – 300-350 м и далее на глубине 1260 м – 120 м. Лежачий бок залежи представлен плагиоклаз-роговообманковыми сланцами и туфобрекчиями основного состава, в висячем боку развиты кварц-биотитовые и кварц-амфибол-биотитовые апоандезитовые сланцы и их графитизированные разновидности. На центральном и южном участках породы висячего бока вмещают жилообразное тело плагиопорфиров, геллефлинтов, порфироидов, лептитов, а на северном фланге – прослои апогипербазитовых тальк-хлоритовых сланцев, гранатитов и пирит-пирротиновых руд. Залежь переслаивания

имеет ширину от 50 до 875 м и включает 67 пластовых тел железистых кварцитов с прослоями безрудных или слаборуденелых сланцев. Семнадцать рудных пластов имеют протяжённость от 1.6 до 4.8 км при мощности 5-100 метров.

По простиранию рудная зона условно разделена на Северный, Центральный и Южный участки, наиболее крупный по запасам Центральный участок в настоящее время разрабатывается карьером. По геофизическим данным глубина залегания нижней кромки рудной зоны не менее 2.5 км.

На Костомукшском месторождении выделяется три природных (минералогических) типа руд: щелочноамфибол-магнетитовый, биотит-магнетитовый и биотит-грюнерит-магнетитовый. Первый содержит не более 10% рибекита и эгирина и включает щелочноамфибол-магнетитовые кварциты (40-65% магнетита) и магнетитовые кварциты (75% магнетита); характерно отсутствие пирротина. Биотит-магнетитовые кварциты содержат не более 15% биотита и 30-50% магнетита; самыми бедными являются биотит-грюнерит-магнетитовые кварциты (20-35% магнетита), характеризующиеся высоким содержанием сульфидов (до 10%) и апатита (до 3%). В зависимости от содержания железа, связанного с магнетитом, руды подразделяются на три технологических сорта, каждый из которых представлен всеми природными типами. При одинаковом измельчении из руд первого сорта (более 27% железа) могут быть получены концентраты с содержанием железа более 67%, из руд второго (22-27% Fe) и третьего (17-22% Fe) сортов – соответственно 63-67 и менее 63%. Для всех сортов характерно присутствие серы (пирротина).

Среднее содержание в рудах Костомукшского месторождения (%): $Fe_{общ}$ 30.63, $Fe_{магн}$ 24.30, SiO_2 49.12, CaO+MgO 3.55, TiO_2 0.10, P_2O_5 0.14, S 0.27. Руды легко обогащаются по трехстадиальной схеме мокрой магнитной сепарации, обеспечивающей получение магнетитового концентрата с содержанием железа 67.5-68.5% при извлечении 78-79% (94-95% железа в магнетите).

Товарной продукцией АО «Карельский окатыш» являются неофлюсованные окатыши с содержанием железа 65.5% и серы 0.06%, получаемые переработкой магнетитового концентрата. К 1990 году предприятие достигло проектной мощности (24 млн.т руды, более 9 млн.т окатышей), в середине 1990-х произошел спад производства до 16 млн.т руды и 5.7 млн.т окатышей. С 1997 производительность снова начала расти и в 2000 составила 19.7 млн.т руды, 7.06 млн.т концентрата и 6.7 млн.т окатышей. Продукция отгружалась в АО «Северсталь» (4 млн.т) и экспортировалась в

Западную Европу (2.7 млн.т, в т.ч. более 0.9 млн.т в Финляндию, Rautaruukki Oy). Планируемый выпуск окатышей на 2002-2010 годы - 7.5 млн.т.

По состоянию на 1.01.2001 балансовые запасы железной руды на месторождении составляли $B+C_1$ 1003.4 млн.т со средним содержанием 30.55% $Fe_{общ}$ (25.15% $Fe_{магн}$), C_2 – 117.2 млн.т; забалансовые запасы 1073.7 млн.т, в т.ч. за контуром карьера – 925.8 млн.т.

Обеспеченность предприятия запасами категорий $B+C_1$ 41.8 лет, в т.ч. в проектном контуре отработки – 27 лет.

Нарушения технологии разработки месторождения, допущенные в 1990-1997 гг., в совокупности с неблагоприятным изменением цен на продукцию, привели к необходимости пересмотра кондиций, что вызовет потерю значительной части утвержденных запасов. С целью их восполнения предусматривается одновременная отработка Костомукшского и Корпангского месторождений, а также ряда более мелких залежей, расположенных вблизи строящейся дороги Костомукша - Корпанга. Руководством ОАО «Карельский окатыш» разработана программа, включающая:

- вовлечение в отработку Западного и Восточного участков Корпангского месторождения для компенсации выбывающих мощностей Костомукшского карьера;
- поддержание коэффициента вскрыши в Костомукшском карьере в течение 5 лет на уровне 1 $м^3/т$;
- разработку ТЭО и перевод части запасов Костомукшского месторождения, добыча которых экономически нерентабельна в современных условиях, в забалансовые.

Корпангское месторождение

Корпангское месторождение обнаружено в 1973 году, в 1973-74 на нём проведена предварительная, а в 1974-75 – детальная (в западной и центральной частях) разведка до глубин 250-300 м; в 1982 году ГКЗ утверждены запасы. Согласно Госбалансу РФ, на 01.01.2001 г месторождение находится в Государственном резерве, составляя сырьевую базу АО «Карельский окатыш». В октябре 2000 г. проводился конкурс на разработку Корпангского месторождения, а в 2000- 2004 гг. планируется вовлечение его в эксплуатацию совместно с Костомукшским.

Корпангское месторождение представлено Западной и Восточной рудными зонами, имеющими северо-восточное простирание и размеры около 3000х20-70 м. Они

состоят из многочисленных тел железистых кварцитов пластовой или линзовидной формы, залегающих кулисообразно и переслаивающихся с гнейсами, сланцами и слаборудными кварцитами. Размеры тел варьируют по протяженности от 200 до 3800 м, по мощности от 5 до 135 м. По простиранию и падению они часто разветвляются или сливаются, вплоть до замыкания в небольшие складки. Суммарная мощность рудных тел в Западной зоне около 100 м, в Восточной – около 30 м. Состав руд амфибол-магнетитовый, реже биотит-магнетитовый; среднее содержание по месторождению (%): $Fe_{общ}$ 30.35, $Fe_{магн}$ 25.85, SiO_2 48.28, CaO+MgO 3.40, TiO_2 0.17, P_2O_5 0.13, S 0.30. Руды легкообогатимые, метаморфизм амфиболитовой фации приводит к перекристаллизации руд с увеличением крупности зерен магнетита и уменьшению количества сульфидов, что позволяет получать из них суперконцентраты.

Запасы балансовых руд $B+C_1$ 314 млн.т со средними содержаниями $Fe_{общ}$ 29.5%, $Fe_{магн}$ 24.56%; C_2 13.3 млн.т, забалансовых – 165.9 млн.т.

Марганцевые руды

Общие запасы марганцевых руд в мире по состоянию на начало 2001 г. составили 5900 млн.т, 37.9% которых размещены на территории Украины. Второе место в мире по запасам занимает ЮАР (17.8%), за ними следуют Казахстан с 9.3%, Россия с 5.2%, Габон (4.2%), Грузия (3.3%), Австралия (3.1%), Бразилия (3.0%) и Китай (2.5%). Украина долгое время занимала лидирующее положение и по производству марганцевых руд (6.5 млн.т в год), но в 1990-е годы произошел резкий спад до 3 млн.т в 1994-97 гг и до 2 млн.т в 1998-2000 гг. В эти годы на первое место вышел Китай с пиком продукции 8 млн.т в 1995 году, после чего производство несколько сократилось и в 2000 г составило 6.5 млн.т.

В настоящее время потребности мировой металлургической промышленности обеспечиваются в основном 4 странами, поставляющими на мировые рынки высокосортные марганцевые руды: Габон (26.6% мирового экспорта), ЮАР (23.6%), Австралия (20.8%) и Бразилия (13%). Запасов сырья в этих странах при современном уровне добычи достаточно на десятки и сотни лет (от 85 лет в Бразилии до 330 лет в ЮАР). Кроме того, Индия обеспечена запасами марганцевых руд на 65 лет, Китай – на 30 лет. Среди стран СНГ металлургическая промышленность Украины обеспечена низкокачественными рудами на сотни лет, Казахстана – на 55 лет.

Около 90% добываемой в мире марганцевой руды используется в виде марганцевых ферросплавов для раскисления и легирования стали. Производство Mn-

ферросплавов в период 1991-2000 гг составляло более 7 млн.т в год, ведущими странами-продуцентами являются Китай (25%), ЮАР и Украина (по 11.5%), Франция (7%), Норвегия (6.6%) и Япония (5.7%); все они , кроме ЮАР и Украины, ежегодно импортируют крупные партии товарных марганцевых руд.

До распада СССР потребности союзной металлургической промышленности в марганце обеспечивали богатые руды месторождений Украины (на 85-90%), Грузии и Казахстана. Поэтому собственная сырьевая база марганца в России не развивалась, и балансовые запасы долгие годы оставались на неизменном уровне 146 млн.т. Неудовлетворительное состояние сырьевой базы и слабая степень ее использования явились причинами возникшей в 1990-е годы острой проблемы обеспечения марганцем черной металлургии РФ. Положение усугубилось к тому же полным отсутствием промышленных мощностей по добыче руд и производству концентратов и сплавов. Все это время Россия импортирует марганцевые концентраты и сплавы в основном из Казахстана (70%), Украины (20%), Грузии (10%) и закупает в небольших количествах в Китае и Габоне. Вследствие недостаточности финансирования и резкого снижения производства геологоразведочных работ за последнее десятилетие в России практически не было полностью подготовлено к эксплуатации ни одного месторождения марганца.

По состоянию на 1.01.2001 г. на учете Госбаланса запасов состоит 16 месторождений (10 на Урале, 4 в Сибири, 2 на Дальнем Востоке). Большинство из них принадлежит к мелким (0.5-12 млн.т) и практически не разрабатываются. Общие балансовые запасы промышленных категорий марганцевых руд составляют 149.2 млн.т, кроме того оперативно учтены еще 153 млн.т (Порожинское месторождение). Среди балансовых запасов РФ резко преобладают труднообогатимые карбонатные руды (свыше 90%), остальная часть их представлена оксидными (5.7%) и смешанными (4.1%) рудами. В целом руды низкокачественные: среднее содержание марганца около 20% и лишь в оксидных рудах повышается до 25.9%, тогда как в зарубежных разрабатываемых месторождениях оно достигает 41-50%. Такое состояние минерально-сырьевой базы потребовало разработки новых прогрессивных методов обогащения и переработки бедных карбонатных и фосфористых оксидных руд. Технологическими исследованиями ВИМСа, МВП Центр – Эста-гео, Уральского института металлургии, Уралмеханобра и др. достигнуты высокие результаты по обогащению этих руд, а также опытным плавкам их концентратов.

Основная часть балансовых запасов (98.5 млн.т, 66% промышленных) сосредоточена в крупном Усинском месторождении (Кемеровская область); 92.8 млн.т из них или более 94% относится к карбонатному типу. Вторым по величине является Порожинское месторождение (Красноярский край), на котором в 2000 г завершена детальная разведка и подсчитаны запасы оксидных руд 78 млн.т и карбонатных руд 75 млн.т; это месторождение представляет собой наиболее перспективный объект для создания российской марганцеворудной базы, способной обеспечить до 30-35% потребности черной металлургии.

Общероссийская добыча марганцевых руд в 2000 г составила 52 тыс.т, из них 31 тыс. т на Громовском месторождении (Читинская область), 15 тыс.т на Парнокском месторождении (Республика Коми) – опытно-промышленная – и 6 тыс.т на Дурновском (Кемеровская область).

Парнокское месторождение

Расположено в западных предгорьях Полярного Урала (Республика Коми) в 70 км восточнее г. Инта, в среднем течении р. Парнока-Ю. Открыто в 1987 году геолого-съемочными работами.

Парнокское месторождение включает пять разобщенных участков (Магнитный-1, Магнитный-2, Дальний, Усть-Пачвожский, Восточный), вытянутых в виде цепочки по руч. Паж-Вож в юго-восточном направлении и занимающих общую площадь около 35 км^2. Наиболее полно изучен самый западный участок Магнитный-1, промышленная разработка которого началась в 2001 году.

Рудные зоны в пределах участков приурочены к верхней части разреза силура-нижнего девона и имеют протяженность по простиранию 2-3 км, по падению 300-650 м и мощность до 19-25 м. Они представлены чередующимися пластовыми или линзовидными телами марганцевых и железных руд, глинистых Mn-содержащих известняков, известковистых алевролитов и углистых сланцев (рис. 6).

На месторождении выделены три геолого-промышленных типа марганцевых руд:

- богатые оксидные (15-57% Mn), в том числе около трети из них – пероксидные с содержанием MnO_2 более 45%;
- карбонатные и силикатно-карбонатные со средним содержанием MnO_2 24% и низкой фосфористостью (0.05-0.2% P);
- бедные окисленные (10-15% Mn).

Первичные марганцевые руды принадлежат к карбонатному (родохрозитовому) типу, при метаморфизме в результате замещения родохрозита силикатами марганца

(тефроит, родонит, бементит, экманит) они большей частью превратились в силикатно-карбонатные, реже – карбонатно-силикатные, с содержанием SiO_2 до 20-25%.

Зона полного окисления развита до глубины 10-20 м, частичного – 50 м. При полном окислении первичные родохрозитовые руды и Mn-содержащие известняки полностью замещаются псиломелан-пиролюзитовыми рудами, вмещающие породы подвергаются каолинизации и окремнению, частично переходя в структурные суглинки. В пределах рудных пластов развиты богатые оксидные руды криптомелан-тодорокит-пиролюзитового состава с прослоями бедных окисленных руд, имеющих вернадит-тодорокитовый состав. В зоне частичного окисления первичные руды

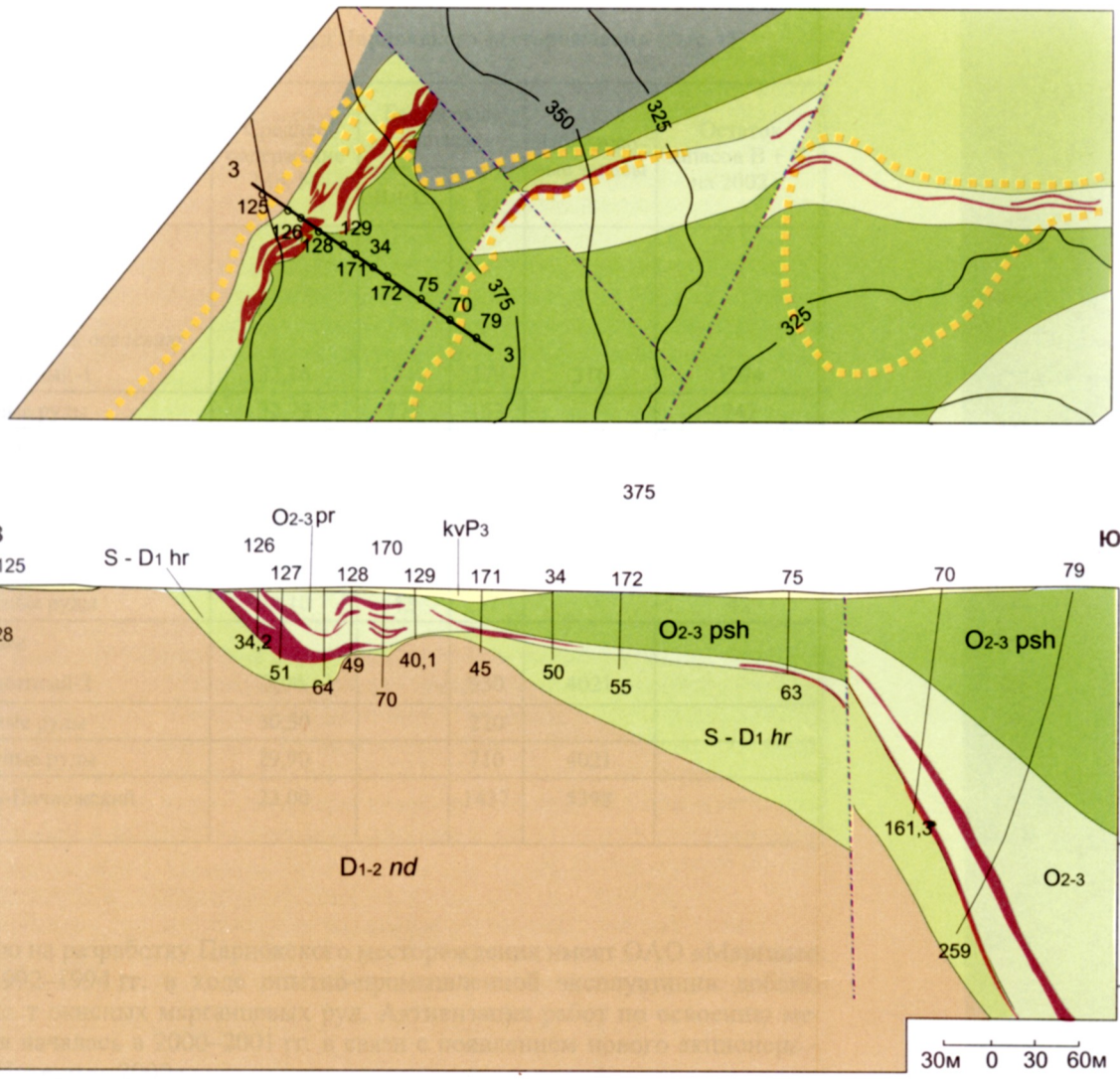


Рис.6. Парнокское месторождение

D1-2 *nd* Надатамыльская свита. Известковистые песчаники, алевролиты, глинистые сланцы.

S-D1 *hr* Углисто-кремнистые, углисто-глинистые сланцы, известняки, пласты марганцевых и железных руд

O2-3 pr Парнокская толща. Петельчатые известняки, марганцовистые алевролиты, пласты марганцевых и железных руд

O2-3 psh Пачешорская толща. Известковистые песчаники, алевролиты

Скважины

Коры выветривания. Суглинки, супеси с дресвой и щебнем, окисленные и полуокисленные марганцевые и железные руды

Рудные залежи

Изолинии

Линия геологического разреза

Разломы

затронуты процессами выветривания лишь частично и имеют окисно-карбонатный состав.

Типы руд	Среднее содержание в %			
	Mn	Fe	P	SiO_2
Богатые оксидные	38	5.03	0.16	16
в том числе пероксидные	44.8	2.04	0.14	8.3
Карбонатные и силикатно-карбонатные	23.8	6.3	0.04	11.4
Бедные окисленные	15.7	5.3	0.19	38.9
Железные руды	4.5	49.8	0.22	9.8

С марганцевыми рудами тесно ассоциируют резко подчиненные им пласты богатых железных руд – магнетитовых, в зоне окисления – лимонит-гетитовых с гематитом и значительной частью сохранившегося магнетита. Средние содержания компонентов приведены в таблице, постоянно присутствует примесь Ge (10-60 г/т).

К промышленной разработке подготовлен участок Магнитный-1 с наиболее высококачественными рудами. Среднее содержание Mn в них оценивается в 31.7%, запасы в контуре открытой отработки составляют около 1.5 млн.т (см.таблицу). Размеры участка 1х0.3 км, горными работами и бурением прослежены четыре рудные зоны протяженностью 1.5-2 км при мощности от 2 до 40 м. По падению они вскрыты до глубин 50-100 м. В целом эти зоны представляют собой фрагменты единой крутопадающей моноклинальной залежи, разбитой серией взбросо-надвигов. Практически все руды участка окислены, преобладают богатые оксидные руды, в т.ч. около одной трети – пероксидные; небольшие запасы бедных окисленных руд отнесены к забалансовым, как и железных.

Общие балансовые запасы месторождения промышленных категорий составляют на 1.01.2001 г. 1325 тыс.т, т.е. 0.9% общероссийских (а с учетом запасов Порожинского месторождения – 0.63%). В контурах открытой отработки запасы оксидных руд 1.2 млн.т, в том числе пероксидных – 285.2 тыс.т, карбонатных – 2.8 млн.т. Запасы карбонатных руд на глубоких горизонтах (до глубины 600м) составляют 9.5 млн.т. Запасы утверждены ТКЗ в 1995 году. Оценка ресурсов железных руд по месторождению составила по C_2+P_1 18 млн.т, из них окисленных 0.92 млн.т, и по P_2 2.8 млн.т, из них окисленных 0.3 млн.т.

В 1998 г проведена экспертиза запасов участков Магнитный-2 и Усть-Пачвожский, в пределах которых также известны высококачественные пероксидные

руды; дано положительное заключение об отработке запасов в контурах карьеров. В 2002 г начата предварительная разведка этих участков.

руда,тыс.т

	средн.содерж. Mn %	балансовые запасы		забалансов. запасы	остаток запасов $B+C_1$ на 2002 г
		$B+C_1$	C_2		
ОАО «Марганец Коми» Парнокское *Подготавливаемые к освоению* участок Магнитный-1	32.16	1343	279	316	1294
- окисленные руды	32.79	778	153		747
- карбонатные руды	31.29	547	126	21	547
- бедные окисленные руды				295	
Карьер 1 очереди	28.68	663	153		614
- окисленные руды	29.00	621	116		590
- карбонатные руды	24.10	42	37		42
Разведываемые участок Магнитный-2	3.04		930	4021	
- окисленные руды	30.50		220		
- карбонатные руды	29.90		710	4021	
участок Усть-Пачвожский	23.00		1437	5398	

Протяженность участка Магнитный-2 2-2.5 км при ширине 300-400 м, рудные тела имеют линзовидную форму при мощности от 2 до 8 м; на Усть-Пачвожском участке преобладают силикатно-карбонатные марганцевые руды (20-40% Mn) с мощностью рудных тел 1-1.5 м.

Для обогащения оксидных руд Парнокского месторождения разработана гравитационная схема, позволяющая получать пероксидный концентрат 3-го сорта (76.2% MnO_2) и окисные концентраты 1 с (49.2% Mn), 2 с (43.4% Mn) и 3 с (35.4% Mn) при 0.09-0.16% P и 4 с (33.2% Mn). Схема обогащения карбонатных руд незначительно отличается и позволяет получать концентрат с 32.6% MnO_2 и 0.021% P. Попутно может быть получен магнетитовый концентрат (64.4% Fe, 0.123% P, до 50 г/т Ge). Окисные концентраты (пероксидный и 1 с) пригодны для производства электролитного марганца, ЭДМ, средне-малоуглеродистого низкофосфорного ферромарганца, флюсов. Потенциальными потребителями концентратов являются ферросплавные заводы Урала,

но разрабатывается и вариант строительства небольшого завода ферросплавов в гор.Инта.

Лицензию на разработку Парнокского месторождения имеет ОАО «Марганец Коми», в 1992-94 годах в ходе опытно-промышленной эксплуатации добыто около 22 тыс.т окисных марганцевых руд. Активизация работ по освоению месторождения началась в 2000-2001 гг в связи с появлением нового акционера – компании «Интермет-2000».

В 2001 г добыто около 36 тыс.т руды, на 2002 планировался рост производства до 80 тыс.т и начало строительства обогатительной фабрики производительностью 50 тыс.т концентрата стандартного качества с завершением в 2004 г. С учётом запасов, пригодных для открытой добычи, экономически обоснованная производительность предприятия составляет 100-150 тыс.т в год со сроком отработки 20-25 лет. в перспективе возможен рост производительности рудника до 200-300 тыс.т руды за счет подземной отработки запасов карбонатных руд, ныне отнесенных к забалансовым.

Парнокское месторождение является единственным в России, в запасах которого существенную роль играют высококачественные (пероксидные) марганцевые руды с содержанием Mn до 50%. В связи с этим на его базе предлагается [59] создание государственного резерва из расчета на один год 20 тыс. т богатой руды и 180 тыс.т марганцевого концентрата.

Хромовые руды

По состоянию на 01.01.1999 г. 84.6% мировых запасов хромовых руд сосредоточено в Южной Африке (81.3% в ЮАР), 7.0% - в Казахстане, 2.77% - в Индии, 1.6% - в Финляндии. Около 2.5% мировых запасов находится в Турции, Филипинах, Бразилии и США. Крупнейшие в мире месторождения хромитов приурочены к расслоенной серии Бушвельдского массива, запасы отдельных рудных пластов оцениваются до 500 млн.т при содержаниях 42-44% Cr_2O_3 (90-94% хромита); общие запасы этого района превышают 1 млрд.т. Исключительно высоким качеством отличаются хромовые руды месторождений Донской группы в Казахстане (Кемпирсайское и др.), содержащие в среднем 50.4% Cr_2O_3; их промышленные запасы составляют 320 млн.т. Также высококачественные хромовые руды с 40-50% Cr_2O_3 разрабатываются на месторождении Selukwe (Зимбабве). Запасы месторождения Kemi (Финляндия) составляют 33 млн.т при содержании Cr_2O_3 около 26%.

Согласно M/E (USA)-2000, 52 №6, производство товарной хромовой руды в 1998 г составило 13836.8 тыс.т, в том числе в ЮАР 6995.8, Казахстане 1600, Турции 1350, Индии 1311.3 тыс.т. Эти же страны являются главными мировыми экспортерами хромитов: ЮАР - 29% общемирового экспорта, Казахстан - 23%, Турция - 15% , Индия - 12%.

В России на 01.01.2001 г на балансе числится 5.98 млн.т разведанных запасов хромовых руд (0.12% мировых). В то же время российская промышленность обладает значительными мощностями по использованию хромитов (производство феррохрома, металлического хрома и нержавеющей стали). До распада СССР предприятия России обеспечивались поставками хромовых руд из Казахстана, после 1991 г РФ превратилась в одного из крупнейших импортеров хромитов в мире: за период 1993-1997 гг Россия импортировала 3560 тыс. т, что соответствует 18% мирового импорта и второму месту в мире вслед за Китаем. Производство, потребление и экспорт хромовой продукции в России за этот период отражено в таблице, тыс.т:

Показатели	1993	1994	1995	1996	1997
Производство товарной хромовой руды	121	143	155	96.7	63.8
Импорт товарной хромовой руды	811	942	819	360.6	627.3
Производство феррохрома	292	343	354	135	247
Производство нержавеющей стали	466	293	258	148	н.д.
Экспорт феррохрома	172.3	190	265.3	90	200
Экспорт металлического хрома	2.06	4.07	4.19	5.1	7.77

В 1999-2000 гг в России возросло производство феррохрома (267 и 273.8 тыс.т, соответственно) и увеличился выпуск и экспорт нержавеющей стали (в 1999 экспорт составил 299.2 тыс.т, в 2000 – 358.2 тыс.т). По производству и экспорту феррохрома Россия в 1992-1997 гг занимала 4-е место в мире, металлического хрома – 2-е.

Около 90% разведанных балансовых запасов хромовых руд РФ сосредоточено в месторождениях Сарановской группы (Пермская область), где добываются низкокачественные хромиты, пригодные только для изготовления огнеупорных

материалов и литейного производства. В 1995-1999 годах производство товарных руд ОАО «Сарановская шахта рудная» составляло 89-99 тыс.т в год. Однако, в отличие от большинства индустриальных стран Россия обладает значительными ресурсами хромовых руд в Карело-Кольском и Полярно-Уральском (Ямало-Ненецкий АО) регионах. В последнем наибольший интерес представляет Центральное месторождение, приуроченное к массиву Рай-Из; предварительная оценка запасов C_2 месторождения составила 18 млн.т при среднем содержании 30% Cr_2O_3, ресурсы P_1 – 34 млн.т. В 2000 г. проводилась опытно-промышленная добыча, к 2005 г планируется производство товарной хромовой руды в размере 50 тыс.т. В целом ресурсы C_2+P_1 хромитов Полярно-Уральского региона оцениваются в 84.6 млн.т (33% общероссийских).

В результате широких поисковых работ, выполненных в Мурманской области в 1984-1992 гг, были обнаружены перспективные проявления хромитов и потенциальные рудные поля, в пределах которых произведена оценка прогнозных ресурсов. Из них к первоочередным объектам освоения относятся месторождения Сопчеозерское и Большая Варака. В это же время на территории Республики Карелия была установлена хромитоносность Бураковско-Аганозерского массива, первые исследования которого в этом направлении свидетельствовали о наличии в его пределах крупнейшего в России месторождения хромитов.

Активные запасы хромовых руд СЗ округа РФ

хромит, млн.т

Месторождение	Cr_2O_3 %	Балансовые запасы		Пронозные ресурсы P_1	Проектная производительн по руде
		$B+C_1$	C_2		
Мурманская область ОАО «Кольская ГМК» *Подготавливаемые к освоению* Сопчеозерское	25.83	0.6	5.0	5.4	0.25
Elkem ASA *Разведываемые* Большая Варака	25.0		7.43	16.0	0.28
Республика Карелия АО «Карелмет» *Разведываемые* Аганозерское	23.72	38.0		90	1.20

Госбалансом с 1998 года учитываются запасы только Сопчеозерского месторождения, составляющие 10% общероссийских разведанных (C_1) и 36.2% общих

(C_1+C_2). В то же время Северо-Западный округ обладает наиболее крупными ресурсами хромовых руд (C_1+C_2+P_1) – более 160 млн.т (63% общероссийских).

До последнего времени балансом учитывались запасы хрома как попутного компонента бокситов Иксинского месторождения (Архангельская обл.), составляющие 1217 тыс.т Cr_2O_3 по категории C_1. В среднем содержание Cr_2O_3 в бокситах этого месторождения оценено в 0.57%, в северо-восточной части Евсюковской залежи и в южной части Беловодской оно достигает 7.3%. По данным ВАМИ хром связан в свободную гидроокись, адсорбированную глинистыми минералами, и в хромшпинелиды. До настоящего времени хром при переработке добываемых бокситов не извлекается, и его извлечение не планируется в перспективе, т.е. запасы не являются активными. Подобно некоторым другим примесям в северо-онежских бокситах (V,Ga,RE,Sc), хром является пока вредной примесью, снижая качество руды как глиноземного сырья. Госбалансом по состоянию на 1.01.2001 запасы по Иксинскому месторождению не учитываются.

Сопчеозерское месторождение

Сопчеозерское месторождение расположено в окрестностях г. Мончегорск в 3 км южнее промплощадки комбината «Североникель».

В 1994-1999 на месторождении проведены поисковые и поисково-оценочные работы, в конце 1999 года начата детальная разведка, завершение которой планируется в 1 квартале 2002 года. Работы ведутся АО «Комбинат «Североникель», ныне – Кольской горнометаллургической компанией (КГМК).

Хромитовая рудная залежь приурочена к верхней части дунитового блока Мончегорского плутона, блок имеет изометрический выход площадью 2.0x1.5 км и покрыт мореной мощностью 25-50 м. Залежь представлена пологозалегающим пластом, осложнённым серией разрывных нарушений СЗ простирания. Протяжённость залежи в северо-западном направлении 1300-1400 м, ширина 150-280 м, мощность от 3-10 до 32.5 м. В контуре рудного тела находится значительное число безрудных даек основного и кислого состава. Северо-западный конец рудной залежи выходит под морену, на юго-востоке крайней скважиной руда подсечена на глубине 280-310 м.

Руда представлена дунитом с содержанием Cr_2O_3 10-52%, при бортовом содержании 10% среднее составляет 24.2%. Текстура шлирово-полосчатая с постепенным затуханием рудной вкрапленности к верхнему и нижнему контактам рудного тела. Встречаются прослои густовкрапленных руд вплоть до сплошных

хромититов. В целом зона более богатых шлирово-полосчатых руд приурочена к висячему боку залежи. По характеру вкрапленности выделены следующие природные типы руд:

1 тип – сплошные руды с массивной текстурой;

11 тип – вкрапленные руды с разновидностями: густовкрапленные с пятнистой текстурой, вкрапленные с сетчатой (петельчатой) текстурой и вкрапленные с равномерновкрапленной текстурой.

Мощность шлиров сплошных руд составляет от нескольких сантиметров до 0.2-0.3 м.

В рудах установлено более 40 минералов, главные включают хромшпинелид (5-95%), оливин (5-90%), ортопироксен (0-15%). Незначительно распространены плагиоклаз, клинопироксен, серпентин, тальк, хлорит, амфибол; на отдельных участках вторичные минералы (преимущественно серпентин) составляют до 30-50%. Хромшпинелид представлен хромпикотитом, имеющим в различных типах руд разные соотношения Mg^2, Fe^2, Cr^3, Al^3. Установлено, что состав пикотита закономерно меняется с ростом его концентрации: при повышении содержания Cr_2O_3 наблюдается рост MgO и понижение FeO. Смена густовкрапленных руд сетчатыми соответствует переходу от богатых хромовых руд к рядовым (граница их 28-30% Cr_2O_3). Доля богатых руд составляет в среднем 40% объёма залежи, в т.ч. в северо-западной её части 50%, в юго-восточной – 35%. Среднее содержание кремнезёма в богатых рудах 13.9%, в рядовых 26.4%; в связи с высокой кремнеземистостью руды требуют обогащения. Содержание серы (сульфидной) во всех сортах руд не превышает 0.02%; фосфора (апатит) – 0.002-0.019%. Отношение Cr_2O_3/Fe в изученной части месторождения в рядовых рудах 0.91-2.4 (среднее 1.6), в богатых – 2.6-3.3. По данным В.В.Чащина и др.[42], содержание МПГ в рядовых рудах около 0.4 г/т, в хромититах – около 0.8 г/т.

Технологическая схема обогащения хромовых руд Сопчеозерского месторождения разработана ГИ КНЦ РАН, она включает грохочение, промывку и тяжелосреднюю сепарацию (ТЖС). Мелкая фракция грохочения (-5мм) обогащается на концентрационном столе. Продукты, таким образом, включают крупнокусковой, мелкокусковой и мелкозернистый концентраты с 37.88-50.75% Cr_2O_3 и 1.2-13.71% SiO_2.

Вмещающие дуниты и хвосты обогащения хромовых руд являются сырьём для производства магнезиальных огнеупоров. Содержание оливина в дуните 90-95%, в руде в среднем 40-50%. Оливин имеет форстеритовый состав с 49.3-54.2% MgO, 1.1-9.5% FeO, 40.5-41.5% SiO_2, 0.6-1.6% Al_2O_3, 0-0.7% CaO.

В целом по составу и технологическим свойствам хромовые руды удовлетворяют требованиям конкретного потребителя (ОАО ЧЭМК), хотя по содержанию Cr_2O_3 и отношению Cr_2O_3/Fe несколько уступают рудам Кемпирсайского месторождения.

ТКЗ Комприродресурс по Мурманской области утверждены запасы хромовых руд месторождения по категориям C_1+C_2 в количестве 10.3 млн.т со средним содержанием 23.68% Cr_2O_3, из них в контуре карьера до горизонта 0 для отработки 1-ой очереди – C_1+C_2 в количестве 3.6 млн.т с 24.16% Cr_2O_3 [38]. Оперативный подсчет по работам 2001 года составил 15 млн.т (категория В – 0.35, C_1 – 6.0. C_2 – 6.0, P_1 – 2.65 млн.т) при среднем содержании Cr_2O_3 25%. Кроме того, поисковым бурением на участке Лойпишнюн севернее и южнее Сопчеозерского месторождения выявлены прогнозные ресурсы хромитовых руд в размере 10 млн.т (P_2).

В конце 1998 АО «Комбинат «Североникель» в северо-западной части месторождения начаты опытно-промышленные открытые горные работы (РЭП-1), предусматривающие добычу 50 тыс.т руды для комплексных технологических испытаний. К марту 2000 была создана опытная установка ТЖС для полупромышленных испытаний с производительностью 5 т/ч и началась наработка крупнокускового концентрата для промышленных испытаний по производству феррохрома и огнеупоров. В 2000 году переработано около 1300 т руды и наработано более 450 т концентрата с 38.9% Cr_2O_3. К середине 2002 г отметка рабочих уступов карьера «Хромитовый» опустилась до 220-225 м, при этом добыто и складировано 78 тыс.т руды.

Различные литературные источники указывают разные области возможного использования хромовой продукции. Так, по одним данным руда будет применяться для производства огнеупорных материалов для предприятий концерна «Норильский никель» (Mining Magazine 2001, v. 184 №2), по другим – для производства нержавеющей стали в АО «Комбинат «Североникель» [17] или для поставок Челябинскому электро-металлургическому комбинату [9]. По Д.С. Кузнецову [24], планируется производство феррохрома на комбинате «Североникель»: при объеме добычи хромовой руды 400 тыс.т в год возможен выпуск 75-85 тыс.т углеродистого феррохрома.

Месторождение Большая Варака

Месторождение Большая Варака находится около озера Черное в 11 км к югу от г. Апатиты. В 500-600 м севернее месторождения проходит железная дорога Мурманск-Санкт-Петербург, в 5 км северо-восточнее – шоссейная дорога Апатиты- аэропорт.

Месторождение открыто в процессе поисковых работ, проведенных в пределах Имандровской группы базитовых массивов в 1989-1992 гг, в 1993-95 на нём выполнены поисково-оценочные работы. В мае 1996 г норвежская компания Elkem ASA получила право на разведку и освоение месторождения. К 1999 г Elkem ASA завершила поисково-оценочные работы и планировала начало производства в 1999 с обогащением руды на бездействующей АНОФ (АО «Апатит»). По предварительным данным запасы хромитов составили 9 млн.т с содержанием 23-24% Cr_2O_3. Однако, с этого времени геологоразведочные работы не проводятся, и в случае отказа Elkem ASA от лицензии объект перейдет в Государственный резерв.

Месторождение приурочено к массиву Большая Варака, принадлежащему формации перидотит-пироксенит-габброноритов раннего протерозоя. Массив имеет в плане овальную форму и вытянут в субширотном направлении при ширине 0.75-2.2 км. Вмещающие породы представлены верхнеархейскими кристаллическими сланцами. В поперечных разрезах форма массива мульдообразная с центриклинальным падением к наиболее погруженной осевой части интрузии. Породы северного крыла полого падают на юг под углом 10^0, южный контакт массива тектонический с падением на север под углами $40\text{-}60^0$. В продольном разрезе массив имеет корытообразную форму, осложнённую четырьмя прогибами-мульдами с глубиной подошвы 270-490 м.

В разрезе массива выделены следующие зоны (сверху вниз):

1. Главная зона габброноритов мощностью 100-200 м.
2. Нижняя продуктивная зона меланократовых габбро и плагиопироксенитов мощностью 50-150 м.
3. Приподошвенная зона мезократовых габброноритов мощностью 100-200 м.

Коренные породы почти повсеместно перекрыты чехлом ледниковых отложений мощностью 1-3 м.

В наиболее полно изученных разрезах выделено до 6 горизонтов, обогащенных хромитом. Интервалы безрудных пород между ними составляют 10-50 и более метров. Потенциально промышленными являются лишь два наиболее верхних горизонта, имеющих среднюю мощность более 0.5 м, остальные характеризуются мощностью, не

превышающей 0.2 м. Руды всех горизонтов как правило тонко-мелкозернистые равномерно вкрапленные, текстура массивная, реже полосчатая. Средний размер зерен хромшпинелидов 0.07 мм. Минералогический состав руд: хромшпинелид 30-70%, амфибол (развит по пироксену) 20-60%, плагиоклаз 30-50%. Контакты рудных горизонтов резкие с подстилающими габброноритами и часто постепенные вверх по разрезу. Содержание Cr_2O_3 в рудах варьирует от 5-10 до 32%. Средний химический состав хромита (%): Cr_2O_3 48.4, FeO 31.3, Al_2O_3 14.1, MgO 3.4, TiO_2 1.3, V_2O_5 0.35, MnO 0.43, ZnO 0.09. В отдельных подсечениях в хромовых рудах установлены содержания золота до 2 г/т, платины до 3 г/т и палладия до 1.5 г/т.

По результатам поисково-оценочных работ выделен Детальный блок, где хромитовые тела имеют наибольшие мощности, выходят на поверхность и допускают открытую разработку. Первый хромитовый горизонт имеет мощность от 0.5 до 2.4 м и залегает на глубинах от 3 до 70-100 м. Он образует раздув, представленный серией сближенных хромитовых слоёв общей мощностью от 3 до 11.8 м; по простиранию протяженность горизонта составляет 120 м, по падению – 80 м. Содержание Cr_2O_3 в раздуве колеблется от 7 до 32%, среднее 23%. Второй хромитовый горизонт в пределах Детального блока залегает на глубинах от 0 до 20-30 м и имеет мощность от 0.5-1.8 до 5-5.5 м. Содержание Cr_2O_3 5-30%, среднее 22%.

Оценка запасов категории C_2 и прогнозных ресурсов P_1 произведена по первому и второму хромитовым горизонтам до глубины 200 м; они составили 7.43 млн.т и 16 млн.т, соответственно, при содержании Cr_2O_3 в среднем около 25%; при возможной годовой добыче 280 тыс.т руды запасов C_2 хватит на 26 лет.

Руды хорошо обогащаются гравитационными методами. Извлечение Cr_2O_3 в концентрат составляет 86% при содержании в концентрате 47-49%.

Аганозерское месторождение хромовых руд

Аганозерское месторождение расположено северо-восточнее Онежского озера примерно в 40 км к северу от г.Пудож.

Месторождение выявлено при ГГК-200 (1984 г), в 1990-1994 на нём проводились поисковые и поисково-оценочные работы, а в 1995-1999 – предварительная разведка (ЗАО «Карелмет»). В настоящее время эта компания завершает детальную разведку блока в контуре открытой разработки.

Месторождение приурочено к северному Аганозерскому блоку Бураковско-Аганозерского массива ультраосновных-основных пород, представляющего собой одну

из самых крупных в России расслоенных габброноритовых интрузий. Массив имеет неправильно-овальную форму, он вытянут в северо-восточном направлении на 50 км при ширине 13-17 км и занимает площадь 630 км^2. Возраст интрузии 2.34 млрд.лет. В её составе выделяют Расслоенную серию, занимающую основной объём, и Краевую зону, которая объединяет боковую и нижнюю группы пород. Хромитовое оруденение связано с нижней ультраосновной зоной Расслоенной серии (рис. 7). Хромитовая вкрапленность и маломощные прослои и линзы бедных хромитовых руд распространены по всему разрезу этой зоны, но промышленное значение может иметь лишь Главный хромитовый горизонт, залегающий в кровле перидотитовой подзоны. В пределах Аганозерского блока Главный хромитовый горизонт соответствует одноименному месторождению хромитовых руд. Рудное тело характеризуется центриклинальным падением под углами 10-20^0 в северной части и до 25-55^0 в центре и на юге блока. Общая площадь горизонтальной проекции горизонта около 20 км^2, максимальнаглубина пересечения – 670 м. При бортовом содержании 10% Cr_2O_3 истинная мощность рудного тела варьирует от 1.4 до 5.4 м, составляя в среднем 2.5 м.

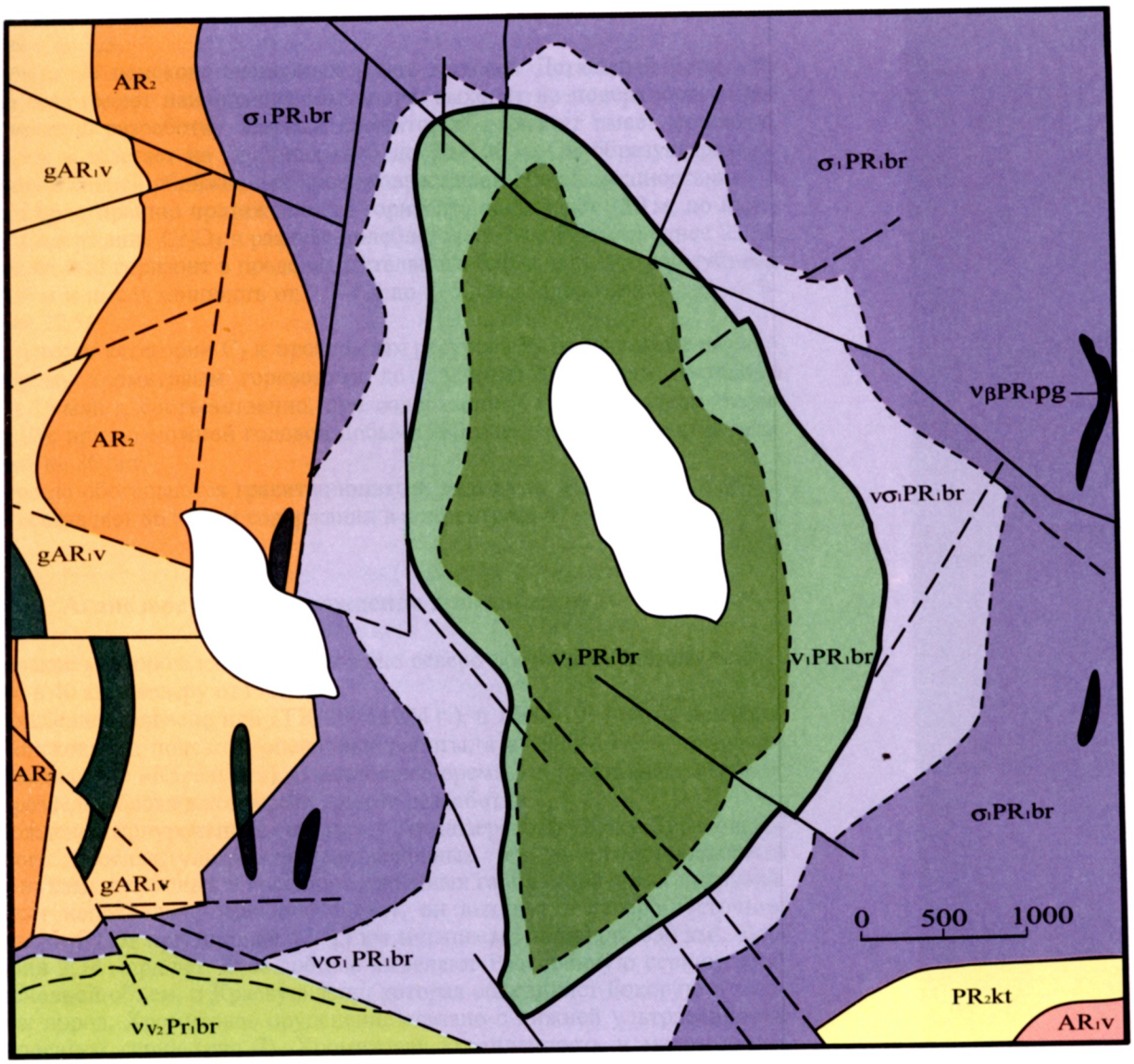


Рис. 7. Геологическая карта Аганозерского хромитового месторождения (по материалам 1998 г. Ганина В.А.)

PR2kt — Котлинский горизонт. Песчаники, алевролиты, конгломераты

νβPR1pg — Пудожгорский дайковый комплекс. Габбродолериты, лейкогаббродолериты с титаномагнетитом

Бураковский комплекс расслоенных интрузий

Вторая фаза

ννν2 PR1br — Габбронориты, феррогаббронориты, пижонитовые габбронориты (ν), пироксениты (ν)

Первая фаза

σ1PR1br, νσ1 PR1br — Дуниты (σ), перидотиты (νσ)

ν1PR1br, ν1PR1br — Пироксениты (ν), габбронориты, плагиоклазиты (ν)

AR2 — Вожминская серия. Металавы перидотитовых и базальтовых коматиитов, коматиитовых базальтов, метабазальты, сланцы по этим разностям; хлорит-биотитовые, биотитовые, биотит-амфиболовые сланцы, гнейсо-сланцы, амфиболиты

AR1v — Водлозерский комплекс гранитов. Диорито-гнейсы (δ)

——— Границы разновозрастных стратиграфических подразделений

- - - - - Границы одновозрастных образований (фаз, фаций, зон, подзон) внутри нестратиграфических и стратиграфических подразделени

а ——— Тектонические нарушения: главные (а),

б – – – второстепенные (б)

▬▬ Выход горизонта хромитовых руд на поверхность

Нижняя часть Главного хромитового горизонта сложена массивными и средневкрапленними хромовыми рудами, в верхней части переходящими в бедновкрапленные руды и далее в хромит-содержащие перидотиты. Состав хромшпинелида (%): Cr_2O_3 49.5, Al_2O_3 9.5, FeO 26.8, MgO 11.5, TiO_2 1.3, MnO 0.3; отношение Cr_2O_3/FeO в рудах составляет 1.6-1.8. Исследование попутной благороднометальной минерализации в Главном хромитовом горизонте показало, что концентрации МПГ в рудах не превышают 1.2-1.3 г/т, а золота –0.1-0.3 г/т.

Технологическое исследование хромовых руд Аганозерского месторождения выполнено на лабораторных пробах ВИМСом. Разработана гравитационно-магнитная схема обогащения, обеспечивающая получение концентрата с 48.15% Cr_2O_3, пригодного для производства феррохрома и использования в химической промышленности. Извлечение триоксида хрома в концентрат составляет 70%. В природном виде руда может применяться для изготовления огнеупорных материалов.

В пределах Бураковско-Аганозерского плутона выявлен также ряд рудопроявлений хромитов (Шалозерское, Яккозерское, Рагнозерское и др.), среди которых наиболее перспективным является Шалозерское. Оно представлено тем же Главным хромитовым горизонтом, но в пределах Шалозерского блока, примыкающего к Аганозерскому с юга. По данным ГГК-50, содержание триоксида хрома в рудах Шалозерского рудопроявления несколько ниже (17.06%), но мощность рудного тела в среднем 3.1 м. До глубины 300 м оценка прогнозных ресурсов хромовых руд составила 181.2 млн.т (P_2).

ОАО «Карелмет» планирует в 2002-2006 гг. освоение Аганозерского месторождения хромитов и переработку концентратов на феррохром на ферросплавном заводе в г..Тихвине (ОАО «Трансмаш»). По данным ТЭО кондиций (АО «Гипроникель» 1999), отработка запасов месторождения эффективна как открытым, так и подземным способом, причем подземная эксплуатация является более предпочтительной. Для первоочередной отработки намечены запасы руды в размере 15754 тыс.т со средним содержанием Cr_2O_3 21.73%, производительность рудника по руде 1.2 млн.т, по выпуску Cr_2O_3 в концентрате – 209 тыс.т, Cr в феррохроме – 116.6 тыс.т. Начало эксплуатации планируется в 2002 году с достижением проектной производительности предприятия в 2006 г. Срок обеспеченности рудника запасами при этой производительности более 30 лет, с учетом ресурсов P_1 – более 100 лет.

Титан

Подтвержденные мировые запасы титана в 1998 году составляли 627 млн.т и были заключены в основном в 3 геолого-промышленных типах:

- древние и современные речные и прибрежно-морские россыпи;
- коренные месторождения ильменит-магнетитовых и ильменит-гематитовых руд в габбро-анортозитах;
- анатаз-перовскит-рутиловые руды в корах выветривания карбонатитовых массивов.

В россыпных месторождениях находится около 60% промышленных запасов TiO_2, в том числе 1/6 их представлена рутилом; в ильменит-магнетитовых рудах – 25%, и в анатазовых рудах кор выветривания – 15%.

Крупнейшими ильменитовыми россыпями в мире являются Richards Bay (ЮАР), Chawara (Индия) и Tolagnaro (Мадагаскар) с запасами 14-42 млн.т TiO_2, далее следуют россыпи Австралии (8.5-12.6 млн.т), Namakwa, ЮАР (5.8 млн.т) и др.

Наиболее крупными запасами рутила в россыпях располагает Австралия (32.2% мировых), за ней следуют ЮАР, Сьерре Леоне и Индия; суммарные запасы этих четырех стран составляют почти 94% общемировых запасов рутила.

Производство титановых минеральных концентратов сосредоточено, главным образом, в 5-6 странах, что хорошо иллюстрируется данными за 1992 год (в тыс. т TiO_2):

Страна	ильменитовый		рутиловый	
	тыс.т	%	тыс.т	%
Австралия	915	26.8	180	41.3
ЮАР	690	20.2	75	17.2
Сьерре Леоне	-	-	130	30.0
Канада	602	17.6	-	-
Норвегия	320	9.4	-	-

Украина	220	6.4	10	2.3
США	162	4.7	28.5	6.5
Всего		**85.1**		**97.3**

В общем производстве титановых концентратов лидируют Австралия (27.5%), Канада (17.8%), ЮАР (17.2). Норвегия производит 8.7%, а Украина 5.5% общемирового количества титановых концентратов.

К разрабатываемым коренным месторождениям ильменитовых руд принадлежат Allard Lake (Lac Tio) в Канаде, Tellness в Норвегии и Panzhihua в Китае. Эти три очень крупных разрабатываемых месторождения , на долю которых приходится более 26% общемировой продукции, представлены богатыми существенно ильменитовыми (18% TiO_2, Tellness), ильменит-титаномагнетитовыми (около 15% TiO_2, Panzhihua) и гематитоильменитовыми рудами (32%TiO_2, Allard Lake). В Бразилии CVRD осваивает анатазовую кору выветривания карбонатитового комплекса Tapira и планирует выпуск концентратов в объеме 200 – 300 тыс.т в год.

В б.СССР потребности производства губчатого титана, по которому страна занимала лидирующее место в мире, полностью удовлетворялись за счет поставок ильменитовых концентратов Верхне-Днепровского ГМК, разрабатывавшего Малышевское комплексное ильменит-циркон-рутиловое россыпное месторождение, и Иршинского ГОКа, действовавшего на базе ильменитовых россыпей Иршинской группы (всего около 140 тыс.т в год в пересчете на диоксид). Переработка концентратов и плавка титановых шлаков производились в России и на Украине, производство губки – в России (Березниковский ТМК), Казахстане (Усть-Каменогорский ТМК) и Украине (Запорожский ТМК). Распад СССР привел к дезинтеграции этого ранее единого промышленного комплекса, и в настоящее время российская промышленность находится в полной зависимости от импорта титановых концентратов и пигментов. Единственным собственным источником титана сейчас остаются лопаритовые концентраты Ловозерского месторождения (АО «Севредмет»), из которых в 1996-2000 гг. на Березниковском комбинате (ныне АО «АВИСМА») попутно производилось 3-4 тыс.т титановой губки в год. Потребности же России в пигментном диоксиде и губчатом титане уже в ближайшие годы оцениваются не менее, чем в 300 тыс.т TiO_2 с перспективой роста до 800 тыс.т в год. Поэтому развитие и

освоение собственной минерально-сырьевой базы титана остается для РФ важнейшей задачей на ближайшее десятилетие.

Государственным балансом РФ учтены запасы 13 месторождений с балансовыми запасами и 7 месторождений с забалансовыми. Общие размеры запасов титана велики, но большая часть их заключена в месторождениях, освоение которых не будет рентабельным в ближайшие десятилетия. Основная часть балансовых запасов (59.4%) сосредоточена в Северо-Западном федеральном округе, в других регионах объектами возможного освоения являются крупные коренные месторождения ильменит-титаномагнетитовых руд Медведевское (Урал) и Кручининское (Забайкалье), а также ряд сравнительно небольших комплексных древних ПМР в Западной Сибири и Центральной России. Кроме них значительный интерес представляют разведанные, но не поставленные на Госбаланс запасы относительно богатых ильменитовых руд таких коренных месторождений, как Гремяха-Вырмес (Мурманская область) и Большой Сейим (Амурская область).

В качественном отношении минерально-сырьевая база титана РФ существенно отличается от мировой практически полным отсутствием рутиловых месторождений и значительной ролью типов месторождений, не имеющих аналогов за рубежом (лопаритовых руд, лейкоксеновых песчаников, фосфатно-титановых россыпей и др.). В целом активных запасов (68% от общих балансовых) вполне достаточно для создания необходимой базы титановой промышленности [16].

Ловозерское месторождение лопаритовых руд

Уникальное месторождение лопаритовых руд пространственно и генетически связано с Ловозерским щелочным плутоном, расположенным в центральной части Мурманской области, и с 1951 г. эксплуатируется Ловозерским ГОКом, ныне – АО «Севредмет». Главным и единственным извлекаемым рудным минералом является лопарит – титанат редких земель, обогащенный ниобием и танталом. Именно последние редкие металлы представляют собой главные полезные компоненты, извлекаемые при переработке лопаритового концентрата; поэтому характеристика Ловозерского месторождения дается в разделе «Тантал».

Содержание диоксида титана в лопарите промышленных рудных горизонтов колеблется в пределах 39.2-40.8%, составляя в среднем 40%. При переработке лопаритового концентрата на АО «Соликамский МЗ» попутно получается тетрафторид титана, из которого в дальнейшем производится титановая губка.

Балансовые запасы TiO_2 месторождения относительно невелики (2.4% общероссийских), пик выпуска лопаритового концентрата был достигнут в 1990 и составил 26 тыс.т, в последние годы (1997-2000) он снизился до 7-10 тыс.т в год.

Месторождение Юго-Восточная Гремяха

Месторождение титаномагнетит-ильменитовых руд Юго-Восточная Гремяха расположено на правобережьи р. Тулома в 30 км юго-западнее пос. Мурмаши. В 1994-95 гг. на нем выполнены поисково-оценочные работы (18 наклонных буровых скважин, 32 канавы), по результатам которых оценены ресурсы C_2+P_1, утвержденные в 1996 НТС Мурмангеолкома (ныне – Мурманкомприродресурса). В 2001 лицензия сроком 25 лет на разведку и последующее освоение месторождения выдана АО «Кольская горнометаллургическая компания (КГМК)», которое проводит в 2001-2003 гг оценочные работы. К началу 2002 г в рамках этих работ пройдено 37 буровых скважин (13200 п.м.) на 4 профилях.

Активные запасы титановых руд СЗ округа России

TiO_2 у.е

Месторождение	Ср.содерж. TiO_2, %	Балансовые запасы на 1.01.2001		В % к общим РФ		Забал запасы	Прогресурсы P_1	Производительность по руде,тыс.т		
		$B+C_1$	C_2	$B+C_1$	C_2			1991	1996	проект
Мурманская область АО «Севредмет» Ловозерское лопаритовые руды								1426	359	1555
Разрабатываемые	1.07	1.35	0.80	1.3	0.3	0.70				
Резервные	1.13	1.16	3.01	0.9	0.9	4.72				
АО «Кольская ГМК» *Разведываемые* Юго-Восточная Гремяха ильменит-титаномагнетитовые руды	13.35		10.21		3.5		1.35			2500
Республика Коми ОАО «Ярегская нефтетитановая										600-1 оч.

компания» *Подготавливаемые к освоению* Ярегское лейкоксеновые песчаники	11.0	65.90	227.9	52.6	69.1					1200
Всего TiO_2, у.е.		68.73	247.89	54.8	73.8	2.52	1.35			
Всего TiO_2, у.е.		68.73	247.89	54.8	73.8	2.52	1.35			

Месторождение Юго-Восточная Гремяха связано с щелочно-габброидным массивом Гремяха-Вырмес раннепротерозойского возраста (1940 млн.л) и приурочено к его южному флангу, сложенному габброидами серии габбро-габброноритов (краевой) и серии перидотитов-габбро-анортозитов комплекса основных-ультраосновных пород. Описана следующая последовательность в разрезе участка (с юго-востока на северо-запад): мелко-тонкозернистые габбро и габбронориты, частью оливиновые – крупнозернистые и пегматоидные оливиновые габбро – троктолиты – оливиновые габбро и анортозиты – крупнозернистые габбро – среднезернистые габбро.

Поисково-оценочными работами оконтурена рудная зона, включающая 6 разобщенных рудных тел и прослеженная в субмеридиональном направлении на 3 км при мощности 50-250 м. Наиболее крупными являются рудное тело 2 (длина 800 м при мощности 66-250 м) и рудное тело 1, состоящее из двух пластов протяженностью 400 м при мощностях 10-32 и 20-40 м, разделенных безрудным прослоем около 20 м.Рудные тела сложены мелко-среднезернистым оливиновым габбро и имеют падение к западу под углами $50\text{-}70^0$.

Руды вкрапленные (30-70% суммы рудных минералов), в значительно меньшей мере – сплошные (более 70%). Выделяются титаномагнетит-ильменитовые (соотношение ильменита к титаномагнетиту 1.5-1.7:1) и ильменит-титаномагнетитовые (1:1.5-4) разности, усредненное значение соотношения 1:2.3. Ильменит образует тонкие пластинчатые вростки в титаномагнетите и обособленные зерна размером 0.1-1.5 мм. Сульфиды распространены незначительно и представлены пирротином (до 2%), пентландитом, халькопиритом. Характерны зеленая шпинель (3-5, до 10%) и практически полное отсутствие апатита.

Запасы руды в целом по месторождению до глубины 200 м составляют при бортовом содержании TiO_2 10% 86.7 млн.т (C_2+P_1) при среднем содержании TiO_2 13.44% и $Fe_{общ}$ 29.4%, в т.ч. по рудным телам первоочередной отработки:

Рудное тело 1 (C_2+P_1) 17.5 млн.т (TiO_2 15.3%, $Fe_{общ}$ 31.6%)

Рудное тело 2 (C_2) 58.4 млн.т (TiO_2 12.9%,$Fe_{общ}$ 28.7%).

Остальные рудные тела значительно уступают по размерам (суммарные запасы C_2+P_1 10.7 млн.т) и характеризуются средними содержаниями TiO_2 12.57-14.85% при значительной роли разубоживающих безрудных прослоев (коэффициент рудоносности 0.67-0.72).

НТС Мурмангеолкома утвердил запасы категории C_2 в размере 76.5 млн.т руды со средним содержанием TiO_2 13.35% и ресурсы P_1 – 10.1 млн.т с 14.06%.

Бурением 2000-2001 гг оруденение прослежено до глубины 400-450 м, в том числе компактное залегание богатых руд (11-12% TiO_2) – до 250-300 м; в 2003 г будут подсчитаны запасы категорий C_1+C_2 в размере около 60 млн.т руды.

Лабораторные технологические исследования руды проведены в институте Гиредмет на пробе весом 0.5 т (TiO_2 12.9%, $Fe_{общ}$ 28.3%). Применение магнитно-гравитационной схемы обогащения позволило получить титаномагнетитовый и черновой ильменитовый концентраты, доводка последнего осуществлялась доизмельчением до 0.2 мм и перечисткой с применением концентрационных столов и электрической сепарации. В результате ильменитовый концентрат содержит 49% TiO_2 при извлечении 55%, выход концентрата составляет 16%.

Выполненная Мурманкомприродресурс укрупненная геолого-экономическая оценка месторождения Юго-Восточная Гремяха предусматривала открытую разработку карьером производительностью 2 млн.т по руде в течение 30 лет и переработку добытой руды на ОФ АО «Олкон» с годовым выпуском около 300 тыс.т ильменитового концентрата. Извлекаемый при этом титаномагнетитовый концентрат (600 тыс.т) не подлежит утилизации. По оценке АО «Кольская ГМК» создание горнодобывающего предприятия с производительностью по руде не менее 1 млн.т потребует инвестиций в размере US$ 300-350 млн.

Ярегское месторождение лейкоксеновых нефтеносных песчаников

Ярегское месторождение расположено в 22 км юго-западнее г.Ухта и пересекается железной дорогой Москва-Воркута. Месторождение открыто как нефтяное в 1932, и с 1933 года на нем ведется добыча нефти. Лейкоксен в нефтеносных песчаниках впервые обнаружил В. А. Калюжный в 1940 г. Геологоразведочные работы на титан проведены в 1958-1975 гг. В 1992-1993 гг по заданию ОАО «Комититан» был разработан проект «Опытно-промышленного горно-

обогатительного комплекса Ярегского месторождения» мощностью по руде 500 тыс.т (25 тыс.т пигмента, 10 тыс.т лакокрасочных изделий, 30 тыс.т дисперсного диоксида кремния и 50 тыс.т попутной нефти). Строительство 1-ой очереди комплекса планировалось в 1994-97 гг, но не было реализовано. С 1997 года освоением месторождения как титанового занимается ОАО «Ярегская нефтетитановая компания» (Ярегская НТК), которое ведет строительство Ярегского горно-химического комбината.

Ярегское месторождение – самое крупное и богатое из всех известных титановых месторождений России и СНГ. Оно заключает почти половину общероссийских балансовых запасов этого вида сырья.

Месторождение представлено среднедевонскими нефтенасыщенными песчаниками, в отдельных горизонтах которых концентрация лейкоксена достигает 40%. Месторождение является многоэтажной метаморфизованной ПМР, сформированной за счет размыва кор выветривания рифейских сланцев и вулканитов и погребенной на глубинах 150-300 м. [19]. Рудоносный пласт представлен сцементированными кварцевыми нефтеносными песчаниками, протяженность его 19 км при ширине 3-5 км. Выделено три рудных горизонта, балансовые запасы локализованы в нижнем из них, имеющем среднюю мощность 13 м. Это пологозалегающая (угол 15^0) залежь, осложненная сбросами с амплитудами перемещения 2-5 м, до десятков метров.

Вещественный состав руд лейкоксен-кварцевый и сидерит-лейкоксен-кварцевый, они содержат 70-80% кварца, до 10% тонких шламов, 10-20% лейкоксена, 0.1-1% анатаза, 1-2% сидерита, до 0.05% циркона, ильменит, рутил, монацит. Содержание нефти в песчаниках от следов до 14.5%.В качестве попутных компонентов в руде содержатся ниобий, тантал и иттриевые редкоземельные металлы, запасы которых учтены Госбалансом, но технология извлечения их не разработана (неактивные запасы). Концентрация TiO_2 в балансовых рудах достигает местами 20%, в среднем составляя 11.1%. Лейкоксен представлен рутил-анатазовой матрицей, густо импрегнированной микродисперсными включениями кремнезема. Содержание TiO_2 в нем до 65% (среднее 64.3%), SiO_2 - 30-50%, причем механическими методами обогащения снизить содержание кремнезема ниже 30% не удается.Получаемый лейкоксен-кварцевый концентрат содержит 45-50% TiO_2 и 50-55% SiO_2 и может использоваться без дополнительной переработки в производстве сварочных электродов, заменяя природный рутил (потребители - Раменский механический завод, Череповецкий сталепрокатный завод, Балашеевский комбинат и др.). После обжига

кремне-титановый концентрат приобретает устойчивую светло-коричневую окраску и является сырьем для получения цветных пигментов.

Высокое содержание SiO_2 не позволяет использовать ярегский концентрат напрямую для получения диоксида титана или металлического титана по хлоридной или сульфатной схемам. Химическое обескремнивание его путем автоклавной обработки раствором едкого натра с дополнительной кислотной обработкой повышает содержание TiO_2 до 92-95%, после чего возможно хлорирование любыми методами или получение сульфат-титанил-моногидрата; отходы производства утилизируются в разных сферах [6]. В 1990-х годах Институтом металлургии УрОРАН был предложен метод переработки лейкоксенового концентрата путем карботермического восстановления.

Общим недостатком всех разработанных методов переработки ярегского лейкоксенового концентрата являлась низкая экономическая эффективность в сравнении с использованием рутиловых и ильменитовых концентратов. В б.СССР Минцветметом неоднократно предпринимались попытки организовать на базе Ярегского месторождения производство и переработку титановых концентратов, однако дальше опытных разработок дело не продвинулось, и перспективы создания здесь главной рудной базы титана России еще в 1995-96 гг. расценивались отрицательно. К тому же разработка месторождения возможна только подземным способом, сложность эксплуатации определяется малой устойчивостью пород кровли, развитием зон интенсивной трещиноватости, склонностью нефтеносных песчаников к слеживаемости при хранении и возгоранию при взрывных работах, наличием рудничного газа. Сложны и гидрогеологические условия.

После организации ОАО «Ярегская НТК», в проекте «Обоснование инвестиций в комплексное освоение Ярегского нефтетитанового месторождения» ВАМИ предложил пирометаллургическую переработку лейкоксеновых концентратов в титановые шлаки и титан-содержащие лигатуры по технологии ГИРЕДМЕТа. Основными продуктами являются титановый шлак (около 80% TiO_2) и железо-кремне-титановая лигатура, почти 30% которой может быть получено в виде порошковой проволоки. ОАО «АВИСМА» подтвердила перспективность получения из шлака титановой губки и, далее – металлического титана. Для проведения пирометаллургических испытаний на Ключевском заводе ферросплавов в 2001 г было добыто 1850 т руды, осуществлено ее обогащение и испытаны первые 150 т концентрата. Получен титановый шлак (>78% TiO_2) и титан-кремневая лигатура.

ОАО «Ярегская НТК» активно готовит месторождение к отработке. Извлекаемые запасы нефти на нем составляют 59 млн.т, в настоящее время они отрабатываются тремя нефтешахтами с объемом добычи до 500 тыс.т в год. Согласно инвестиционному проекту комплексного освоения месторождения (ОАО «ВАМИ», 2000), 1-ая очередь предполагает добычу за счет реконструкции мощностей действующего рудника с производительностью 600 тыс.т руды. Реализация первого этапа освоения с добычей 60 тыс.т титановой руды в год на базе действующих шахт запланирована в 2002-2004 гг. Далее в 2004-2005 гг планируется годовая добыча в размере 250-300 тыс.т, а с 2006 г – 600 тыс.т. В этом же году предполагается одновременное строительство нового рудника и ОФ с доведением общей мощности предприятия до 1.2 млн.т руды, 220 тыс.т титанового концентрата и попутной добычей 70 тыс.т нефти. Основная добыча нефти должна возрасти до 1.2 млн.т в год. Титановые концентраты в объеме 85 тыс.т/г по 1-ой очереди и 173 тыс.т/г – по 2-ой будут подвергаться пирометаллургическому переделу; 25.7 и 47.2 тыс.т, соответственно, предполагается реализовать для производства сварочных электродов и цветных пигментов. В 2009-2010 гг планируется строительство завода по переработке титанового шлака на пигментный диоксид производительностью 50 тыс.т. Обеспеченность будущего предприятия разведанными балансовыми запасами очень высока (несколько сотен лет). Благоприятно сказывается на экономических показателях разработки титановых руд и начавшееся освоение бокситовых месторождений Среднего Тимана. Проект поддержан Правительством РФ и включен в Федеральную целевую программу экономического и социального развития Республики Коми на 1998-2005 гг.

3.1.2.Цветные металлы

Никель

Мировые ресурсы никеля на начало 1999 года оценивались в 210 млн.т на суше, в том числе 130 млн. т в рудах с содержанием никеля более 1%, и 684 млн.т в железо-марганцевых конкрециях и сульфидных корках Мирового океана (0.2-1.28% Ni). Запасы никеля на это же время составляли 136.7 млн. т, из них подтвержденные – 51.1 млн.т. Большая часть их (63%) представлена силикатными (латеритными) никель-кобальтовыми рудами, 37% -- сульфидными медно-никелевыми. Среди зарубежных

стран наибольшими запасами никелевых руд обладают следующие (подтвержденные запасы):

Государство	1991		1999
	тыс.т	% от общих	% от общих
Сульфидные руды Канада	8130	14.8	14.4
Австралия	1700	3.1	12.7
Силикатные руды Куба	6400	11.7	12.4
Новая Каледония	11200	20.4	11.7

В мировой продукции никелевых руд преобладают сульфидные медно-никелевые (62-63.5%), ведущими зарубежными продуцентами их в 1993-98 гг являлись Канада (140-208 тыс. т в год в расчете на металл), Австралия (50-143 тыс.т) и Китай (44-47 тыс.т); силикатные никелевые руды добывались в основном в Новой Каледонии (37-137 тыс.т), Индонезии (40-74 тыс.т) и Кубе (16-68 тыс.т). Выплавка металлического никеля производилась в этот период в Канаде (18-21%), Японии (15.6-18%), Норвегии (около 9%), Австралии (7.5-10%). По Mining Eng (USA)-2000, 52 №6, мировая добыча никеля в рудах и концентратах составила (в тыс.т):

Страна	2000 г		2001 г	
	тыс.т	%	тыс.т	%
Сульфидные руды Россия	235	19.9	235	19.2
Канада	191	16.1	194	15.9

Австралия	166	14.0	199	16.3
Китай	51	4.3	52	4.2
ЮАР	37	3.1	36	2.9
Ботсвана	24	2.0	24	2.0
Зимбабве	8	0.7	8	0.6
Финляндия, Норвегия	5	0.4	5	0.4
Силикатные руды Новая Каледония	127	10.7	118	9.7
Индонезия	98	8.3	102	8.4
Куба	71	6.0	76	6.2
Бразилия	36	3.0	36	2.9
Колумбия	59	5.0	53	4.3
Доминиканская Респ.	28	2.4	22	1.8
Филиппины	20	1.7	27	2.2
Греция	20	1.7	21	1.7
Югославия, Казахстан	4	0.3	0	0
Всего	1183	100	1221	100

Как видно, более ¾ общей добычи никеля производится в 6 странах: России, Канаде и Австралии, добывающих свыше 50% мирового никеля, и Новой Каледонии, Индонезии, Кубе (в сумме около ¼).

Основу мировой МСБ никеля составляют 32 крупных месторождения, заключающих 80% подтвержденных запасов и обеспечивающих 87% добычи металла. Среди них самым известным, вероятно, является сульфидное медно-никелевое месторождение Sudbury (Канада), приуроченное к расслоенному габброноритовому массиву и разрабатывающееся с 1903 года. Начальные разведанные запасы никеля составляли более 14 млн.т при среднем содержании в руде 1.58% Ni, в начале 1980-х сообщалась общая добыча в размере 6.1 млн.т металла. Из других канадских месторождений сульфидных медно-никелевых руд следует отметить Lynn-Lake, где за 24 года эксплуатации было добыто 220 тыс.т никеля в жильных рудах с 1.02% Ni, и Thompson с запасами около 4 млн.т никеля при среднем содержании его в рудах 1.89%. Последнее месторождение представлено пластовыми, линзовидными и жильными телами массивных или брекчиевых сульфидных руд, связанных с мелкими пластинообразными массивами метаперидотитов; предполагается их принадлежность к коматиитовым образованиям. Типичные коматиитовые месторождения медно-никелевых руд разрабатываются в Австралии, из них наиболее крупным является Kambalda с запасами руды 75 млн.т (3.29% Ni), Agnew с запасами 120 млн.т (1.0-2.2% Ni) и Mount Keith (155 млн.т руды с 0.58% Ni). Последнее отрабатывается карьером до глубины 300 м. Сообщается [41] о начале эксплуатации крупного медно-никелевого месторождения Байджйажуйчжи в Китае, его запасы оценены в более 5 млн.т никеля при среднем качестве руд 1.06% Ni.

По добыче, производству и потреблению никеля Россия в течение многих лет занимала первое место в мире, располагая и крупнейшими запасами никелевых руд.

В 1993 г. в РФ было добыто 29% общемирового объема руды, в 1998 г эта цифра понизилась до 21.9%, однако оставалась самой высокой в мире. Однако, в 1990-е годы произошло резкое сокращение потребления никеля на внутреннем рынке, в результате чего большая часть произведенного металла была продана на внешних рынках. Так, в 1995 г было экспортировано более 90% произведенного в России никеля, а с учетом вывоза нержавеющей и легированной стали внутрироссийское потребление составило лишь 2.6%. При этом на экспорт поставляется почти исключительно наиболее дешевая

продукция (катодный нерезанный металл), по той же цене продавались и никелевые порошки, несмотря на их высокое качество.

Аналогичное положение наблюдается и с бипродуктами добычи и производства никеля – медью и кобальтом, хотя масштабы их экспорта несколько скромнее – например, медь вывозится в количестве 85% общероссийского производства.

Минерально-сырьевой базой никеля Российской Федерации являются 40 месторождений различного генезиса, из них 30 с балансовыми запасами руд. Разрабатываются в настоящее время 15 месторождений в трех районах: Норильском (Таймырский АО), Мурманской области и на Среднем и Южном Урале (Свердловская, Челябинская и Оренбургская области). 85% разведанных запасов никеля составляют сульфидные медно-никелевые руды Норильского и 10% -- Печенгского районов, на долю силикатных никель-кобальтовых руд Урала приходится 5%. На сульфидные руды падает и преобладающая часть добычи никеля – 78.2% на Норильский район и 17.9% на Мурманскую область. Еще более значительна роль Северо-Запада в производстве: находящееся в Мурманской области АО «Комбинат Североникель», перерабатывающее файнштейны из Печенги и Норильска, обеспечивает производство 43% российского никеля (9.7% общемирового), около 15% меди и более 40% кобальта.

Общая обеспеченность России запасами никеля достаточно высока. Однако, 58% разведанных запасов составляют руды со средним содержанием никеля не выше 0.55%, относящиеся к малорентабельным и нерентабельным. Обеспеченность на 1991 г запасами рентабельных руд составила всего 40 лет, причем особенно остро стоит проблема восполнения запасов высокосортных сплошных и брекчированных руд, на долю которых сейчас приходится около 90% добычи. Эта проблема является общей и для Норильского, и для Печенгского рудных районов.

К промышленным никеленосным районам Северо-Западного округа принадлежат Мончегорский и Печенгский районы, расположенные в Мурманской области. В пределах этого же субъекта Федерации находится Ловнозерский никеленосный район, включающий одноименное месторождение с забалансовыми запасами сульфидных медно-никелевых руд; на территории Архангельской области известны два небольших непромышленных месторождения силикатных никелевых руд (Сезское и Талицкое).

Месторождения и рудопроявления Мончегорского никеленосного района связаны с одноименным расслоенным плутоном перидотит-пироксенит-габброноритовой формации. Первые залежи вкрапленных сульфидных руд Сопчи и Нюда были обнаружены в 1931 году. Несмотря на относительную бедность руд (0.4-0.5% Ni, 0.3%

Cu), на их базе в 1933-38 гг. были построены ГМК «Североникель» и город Мончегорск. В эксплуатацию были вовлечены вкрапленные медно-никелевые руды месторождения Нюд, позже – богатые жильные руды НКТ (5.32% Ni, 2.65% Cu). Их отработка завершилась в 1969 г., и на этом добычные работы в Мончегорском районе закончились. Вкрапленные руды месторождений Сопчуайвенч и Нюдайвенч отнесены к забалансовым из-за низких концентраций, а жильные руды Сопчи с 3.23% Ni, 2.06% Cu, 13 жил средней мощностью 8 см, вследствие незначительности запасов даже не представлялись в ГКЗ на утверждение запасов. ГМК «Североникель» утратил собственную минерально-сырьевую базу и перешел на переработку привозных руды и файнштейна из Норильска и Печенгского никеленосного района. Впрочем, Metal Bulletin (2001, №8635) с сылкой на Гендиректора РАО «Норильский никель» Ю.Филиппова сообщает о решении прекратить поставки норильских руды и файнштейна на Кольский полуостров.

Печенгский никеленосный район

Печенгский никеленосный район является основным источником сульфидного никеля Северо-Западного федерального округа и расположен в северо-западной части Мурманской области.

Первые находки сульфидной медно-никелевой минерализации на Печенге относятся к 1920-м годам (Котсельваара – 1921, Сев. Онки – 1921-22, Каммикиви – 1925, Каула – 1928) и были произведены финской геологической службой. После предварительной оценки эти объекты были сданы в 1934 г. в концессию компании ИНКО (Канада), которая в 1937-1940 гг. выполнила детальную разведку месторождения Каула до глубины 250 м (подсчитаны запасы 6 млн.т руды с 3.68% Ni и 1.82% Cu), построила подземный рудник, металлургический завод и поселок Петсамоникель. В годы 2-ой мировой войны месторождения Каула и Каммикиви эксплуатировались Германией, за 1941-44 гг. было добыто 460 тыс.т руды (16 тыс.т никеля и 8 тыс.т меди).

В 1945 г. сразу после присоединения Печенгского района к СССР была возобновлена добыча руды, и в 1946 г. произведена первая ее плавка на восстановленном металлургическом заводе. Активные геологоразведочные работы на территории Печенгского рудного поля привели к резкому расширению сырьевой базы медно-никелевых руд уже в первые годы: в 1946-48 гг были открыты месторождения Ждановское и Семилетка, рудопроявления Соукер, Райсоайви. В 1954 г. было

обнаружено месторождение Спутник, и в 1960 г – Заполярное. В течение 1960-х годов выявляются рудопроявления Пахта-ярви, Колосйоки, Карикъявр.

Активные запасы сульфидных медно-никелевых руд СЗ округа РФ

Ni/Cu/Co у.е.

Месторождение	Средн. содерж.%	Балансовые запасы на 1.01.2001			Забалансовые запасы	Производительность по руде		
		$A+B+C_1$	в % к общим РФ	C_2		проектн.	1996 г	планир.
Мурманская область АО «Кольская ГМК» *Разрабатываемые* Ждановское вкрапленные руды	 0.57 0.25 0.023	 2856.2 1249.0 113.3	 6.89	 719.7 312.4 30.4		 6000	 6300	
Заполярное брекчиевидные и густовкрапленные руды	2.19 1.16 0.046	196.5 104.2 4.1	0.47	29.5 15.6 0.6		700	450	
Котсельваара вкрапленные руды	1.20 0.64 0.018	104.3 48.8 2.6	0.25	3.0 2.0 0.1		900	840	
Семилетка вкрапленные руды	0.73 0.35 0.027	106.2 53.7 4.5	0.26	29.6 13.8		500		
Подготавливае-мые к освоению Спутник брекчиевидные и вкрапленные руды	 1.40 0.77 0.031	 206.0 112.2 4.6	 0.50	 36.7 17.6 0.8				
Быстринское вкрапленные руды	0.49 0.24 0.022	105.2 51.3 4.6	0.25	73.0 37.0 3.0				
Тундровое	0.51	361.4	0.87	174.5	14.7			

вкрапленные руды	0.26 0.022	184.0 15.7		88.9 7.5	5.9 0.8			
Верхнее вкрапленные руды	0.5 0.26 0.019	205.1 98.1 7.8	0.49	 4.1	3.2 1.4 2.0			
Резервные Северное Онки	1.6	6.6	0.02	0.1	9.4			
Всего по АО «Кольская ГМК»		4147.5 1901.3 157.3	10.0	1066.1 487.3 46.6	27.3 7.3 2.7	8100	7590	6720
АО «Кола Майнинг» *Разведываемые* Ловнозерское вкрапленные руды	 0.89 0.43				 84.9 41.0			

ГМК «Печенганикель», разрабатывающий месторождения сульфидных медно-никелевых руд Печенгского района, в 1952 г. осваивает месторождение Котсельваара-Каммикиви, в 1959 – Ждановское, в 1968 – Семилетку и в 1973 году – Заполярное. Эксплуатация и доразведка Ждановского месторождения позволили прирастить запасы вкрапленных руд на флангах и по падению известных залежей и превратить его в единый рудный узел, включающий, кроме Ждановского, месторождения Спутник, Верхнее, Быстринское и Тундровое. Запасы медно-никелевых руд этих месторождений утверждены ГКЗ в 1992 г, кроме месторождения Спутник (1977). В настоящее время месторождение Каула полностью отработано, АО «Кольская ГМК» ведет подземную добычу на месторождениях Котсельваара и Семилетка (рудник Каула-Котсельваара), Заполярное (рудник Северный) и открытую – на Ждановском месторождении (рудник Центральный в составе двух карьеров).

Кроме Печенгского рудного поля, одноименный никеленосный район включает Аллареченское рудное поле, представленное двумя полностью отработанными месторождениями: Аллареченским и Восток. Аллареченское месторождение было открыто в 1957 г, разведано в 1958-61 и отработано за период 1962-72 гг. Месторождение Восток обнаружено в 1961 г и разрабатывалось с 1969 по 1974 гг. Оба месторождения характеризуются компактными рудными залежами с относительно небольшими запасами богатых медно-никелевых руд (1.5-3.95% Ni, 0.75-1.77% Cu).

Печенгское рудное поле

Печенгское рудное поле расположено в пределах одноименного синклинория, который в последнее время чаще рассматривается в качестве внутриконтинентального палеорифта, сложенного печенгской вулканогенно-осадочной серией нижнего протерозоя. Современные U-Pb, Rb-Sr, Sm-Nd датировки дают значения возраста от 2330 млн.л для низов ее разреза до 1970 млн.л для верхней «продуктивной» толщи и четвертого базальтового покрова. Размеры Печенгского синклинория в плане составляют 70х35 км (площадь 1300 км^2), общая мощность печенгской серии оценивается в 10-12 км, изученный разрез имеет мощность 7.6 км. Общая структура моноклинальная с падением на юг под углами 30-60^0.

Вулканогенно-осадочные породы печенгской серии включают 4 вулканических покрова, разделенных толщами туфогенно-осадочных пород. В основании разреза залегают базальные конгломераты и аркозовые песчаники мощностью более 250 м, перекрываемые вулканитами андезибазальтового комплекса (1400 м). Выше по разрезу они сменяются субщелочным комплексом трахибазальтов, трахиандезибазальтов, пикробазальтов, в верхней части – базальтов с прослоями туфоконгломератов, кремнистых сланцев, туфов общей мощностью 900 м. Верхняя часть разреза печенгской серии представлена ферропикрит-базальтовым вулканическим комплексом с туфогенно-осадочными толщами суммарной мощностью около 5 км. Сначала наблюдается чередование лав толеитовых базальтов с прослоями туфов и сланцев (в том числе черных) с силлами габбро-долеритов, которое сменяется выше «продуктивной» толщей туфов и туфогенных графитистых сланцев мощностью 1000 м и далее пикрит-базальтами 4-го покрова (2 км).

Литологический состав «продуктивной» толщи, слагающей площадь Печенгского рудного поля и вмещающей практически все никеленосные интрузии, определяется различными туфами и черными (графитистыми) сланцами, им подчинены метапесчаники, метаалевролиты, сульфидно-углеродистые сланцы, фосфоритовые метаконгломераты, туффиты, а также горизонты лавобрекчий, туфов ферропикритов, силлы габбро-долеритов и факолитоподобные никеленосные массивы. Последние широко развиты среди пород «продуктивной» толщи, занимая около 25% площади ее распространения.

Никеленосные интрузивные массивы принадлежат к габбро-перидотитовому (габбро-верлитовому) комплексу и локализуются почти исключительно в «продуктивной» толще, изредка встречаясь в базальтах 3-го покрова. Всего выявлено

226 интрузивных тел, занимающих общую площадь 19 км^2. В западной части рудного поля они приурочены к верхам продуктивной толщи, в восточной – тяготеют к ее подошве. Характерно расположение массивов в разрезе толщи в виде нескольких ярусов (от 2 до 6).

Габбро-перидотитовые массивы характеризуются преимущественно пластовой или линзовидной формой, часто осложненной раздувами и пережимами. Нередко они напоминают факолиты, повторяя очертания складок во вмещающих породах. Широко распространено кулисообразное залегание в нескольких ярусах. Интрузивные тела часто приурочены к замковым частям синклинальных складок или межпластовым тектоническим зонам. Размеры массивов варьируют в широких пределах, причем более мелкие характерны для безрудных тел. Их протяженность по простиранию обычно от 200 до 1000 м, но 30% рудоносных массивов имеют длину более 1 км (до 5-6 км). 10% рудоносных массивов имеет мощность более 100 м (Пильгуярвинский – 300 м), 60% - от 20 до 100 м, такая же часть безрудных – менее 20 м. Длина по падению определена для сравнительно небольшого числа тел, она по крайней мере не уступает горизонтальной протяженности, достигая 1-1.5 км. Массивы, вмещающие месторождения и рудопроявления медно-никелевых руд, обычно образуют серии кулисообразно залегающих пластовых или изогнутых линзовидных тел общей протяженностью 1500-2800 м (на Ждановском месторождении - 5000 м), по падению они прослежены на 1000-1500 м. Мощность отдельных интрузивных тел составляет 10-250 м, до 300 м. В то же время на месторождении Каула оруденение связано с лополитом протяженностью 1 км при мощности 160-240 м.

По внутреннему строению массивы никеленосного комплекса делятся на дифференцированные и недифференцированные, последние преобладают (53%). Все массивы с мощностью более 100 м дифференцированы, также дифференциация более присуща рудоносным телам (67%). Дифференцированные массивы сложены ультрамафитами в нижней и габбро в верхней частях, граница между ними резкая или постепенная, когда эти части разделяются пироксенитами. Ультрамафиты более распространены в массивах западной части рудного поля, где серпентиниты и серпентинзированные перидотиты слагают до 70% разреза интрузивных тел; на востоке - в их строении преобладают габбро. В этом же направлении увеличивается и степень расслоенности массивов.

Ультрамафитовые зоны представлены обычно серпентинитами, тальк-хлоритовыми и актинолитовыми породами, лишь в наиболее крупных телах среди них присутствуют

реликты оливинитов, пироксеновых оливинитов и перидотитов (верлитов), состоящих из оливина (18-26% Fa), титанавгита, хром-шпинелидов, ильменита. Верхние части разрезов интрузивных зон сложены хлоритизированными и амфиболизированными оливиновыми и плагиоклазовыми клинопироксенитами, соссюритизированным габбро, ортоклазовым габбро и приконтактовыми кварцевыми диоритами. Первичная дифференциация более высоких порядков – расслоенность – распознается лишь в слабо измененных участках наиболее крупных массивов.

Кроме первично-магматической дифференциации, внутреннее строение интрузивных тел определяется в большой степени неравномерным проявлением многостадийных процессов метасоматических преобразований, конечными продуктами которых являются разнообразные сланцеватые породы, состоящие из серпентина, талька, хлорита, актинолита, карбонатов и др. Более интенсивно вторичные преобразования проявлены в безрудных массивах, почти 70% которых сложены хлорит-актинолитовыми и тальк-хлоритовыми сланцами; в рудоносных преобладает начальная стадия изменений – серпентинизация – более 85% этих интрузивных тел представлены серпентинитами, реже – тальк-хлорит-серпентиновыми породами.

Печенгское рудное поле занимает площадь 47 км^2 (28х1.5-2 км) и объединяет 9 промышленных месторождений сульфидных медно-никелевых руд: Каула (отработано), эксплуатируемые Ждановское (Пильгуярви), Заполярное, Котсельвара-Каммикиви, Семилетка и резервные Спутник, Быстринское, Тундровое и Верхнее, а также рудопроявления Соукер, Колосйоки, Пахтаярви, Райсоайви, Сев.Онки. Они группируются в Западную часть рудного поля (Каула с Промежуточным, Котсельвара-Каммикиви, Семилетка) и Восточную часть или Восточный рудный узел (Ждановское, Заполярное, Спутник, Тундровое, Верхнее, Быстринское, рудопроявление Сев.Онки). Остальные рудопроявления находятся в центре рудного поля, разделяя эти две группы.

Большинство месторождений и рудопроявлений Печенгского рудного поля характеризуются общими закономерностями локализации сульфидного оруденения, типами руд и их вещественным составом; более того, в ряде случаев они обнаруживают непосредственную пространственную связь друг с другом. Так, месторождение Каммикиви соответствует восточному флангу рудной залежи Котсельваары, а глубокие горизонты его рудных тел в свою очередь принадлежат месторождению Семилетка. В восточном рудном узле рудные тела месторождений Спутник, Быстринское, Тундровое и Верхнее представляют собой непосредственное продолжение на глубину руд

Ждановского месторождения. В связи с этим ниже приводится обобщенное описание месторождений медно-никелевых руд Печенгского рудного поля.

Сульфидное медно-никелевое оруденение генетически и в большинстве случаев пространственно связано с габбро-перидотитовыми массивами, промышленные руды во всех месторождениях Печенгского рудного поля приурочены к приподошвенным частям интрузивов, тектоническим нарушениям, проходящим вдоль лежачего контакта и продолжающимся во вмещающие породы. Главные типы руд представлены рядовыми вкрапленными и богатыми густовкрапленными, прожилково-вкрапленными в серпентинитах и серпентинизированных перидотитах; жильными брекчиевидными и сплошными богатыми рудами в зонах разломов; и прожилково-вкрапленными в филлитах в экзоконтактовых зонах никеленосных массивов. Роль первично-магматического и гидротермально-метасоматического процессов рудообразования оценивается различными исследователями неоднозначно. К настоящему времени большая часть запасов богатых жильных и прожилково-вкрапленных руд месторождений Каула (до 3-4% Ni, 1.5-1.75% Cu), Котсельваара (2.5% Ni, 1.2% Cu) и других отработаны, сейчас 97.4% запасов руды и 91.2% запасов никеля, стоящих на балансе АО «Кольская ГМК», представлено рядовыми вкрапленными рудами с 0.5-0.6% Ni, требующими обогащения. Богатые руды сохранились еще на эксплуатируемом месторождении Заполярное (в среднем 2.16% Ni, 1.12% Cu) и на резервном месторождении Спутник (1.4% Ni за счет богатых руд с 1.97%, составляющих около 50% запасов).

Рядовые вкрапленные руды присутствуют на всех месторождениях и образуют пластовые или линзовидные залежи в приподошвенных частях интрузивов. Обычно мощность их варьирует в пределах 5-40 м, достигая в раздувах 60 м, более мощные рудные тела известны только на Ждановском месторождении (10-60 м, Главное рудное тело – до 100 м). Протяженность рудных залежей определяется размерами интрузивов или их смещенных блоков и измеряется сотнями метров, до 1.5-1.8 км по простиранию и до 1.2-2.1 км по падению; размеры по падению чаще превышают горизонтальную протяженность. Как правило, в составе залежей вкрапленных руд присутствуют небольшие гнезда, пятна, неправильные участки богатых густовкрапленных, брекчиевидных или сплошных руд; они нередко расположены на флангах или в синклинальных прогибах подошвы залежи, в зонах тектонических нарушений. Их запасы в этих случаях не превышают 5% от общих по залежи. В рядовых рудах общее содержание сульфидов составляет от 3-5 до 15-20 объемн.%, среди них преобладают

пирротин, пентландит, халькопирит, кубанит; характерно присутствие троилита, хромшпинелидов, маккинавита. Отношение Ni/Cu низкое (1.39-2.16).

Густовкрапленные руды в серпентинитах пользовались широким распространением на месторождениях Котсельваара (78% запасов), Каула, к настоящему времени полностью или в основном отработанных, и играют важную роль на месторождениях Заполярное (около 1/3 запасов) и Спутник (40% запасов Главного рудного тела). Они образуют пластовые залежи в придонной части массивов апоперидотитовых серпентинитов по всей их длине мощностью до первых десятков метров. На месторождениях Семилетка, Ждановское, Верхнее и др. густовкрапленные руды занимают подчиненное положение, залегая вместе с брекчиевидными и сплошными в виде небольших обособлений среди рядовых. Характер развития густовкрапленных руд, их минералогия и тесная связь с серпентинитами свидетельствуют о значительной роли в их образовании процессов эпигенеза и частичного переотложения рудного материала. Содержание сульфидов в этих рудах составляет 20-50% и более, среди них преобладают пирротин (до 30%), пентландит (до 15%), халькопирит (5-7%), магнетит, пирит; присутствуют также марказит, мельниковит. Характерно развитие вторых и более поздних генераций всех главных рудных минералов.Содержание никеля в рудах варьирует от 1.25 до 3.82%, меди – от 0.6 до 2.75 %; отношение Ni/Cu 2.1-2.3.

Жильные (брекчиевидные и сплошные) богатые сульфидные руды приурочены к тектоническим нарушениям – зонам дробления, рассланцевания, брекчирования, расположенным на контактах рудоносных интрузивов с вмещающими туфогенно-осадочными породами и, в меньшей степени, в последних вблизи интрузивов. С удалением от массива сульфидная медно-никелевая минерализация в тектонических зонах сменяется колчеданной и далее безрудными милонитами, тектоническими брекчиями и т.п. Оруденелые тектонические зоны с жильными рудами всегда приурочены к подошве (лежачему боку) никеленосного интрузива, нередко срезая его нижнюю часть.

В Западной части Печенгского рудного поля Главная оруденелая тектоническая зона прослежена от месторождения Каула до участка Каммикиви, имея общую протяженность почти 4 км и контролируя положение богатых сплошных и брекчиевидных руд в подошве залежей густовкрапленных руд Каулы, Котсельваары и Каммикиви. Мощность рудных жил варьирует в пределах 0.4-4 м, достигая 10 м; характерно наличие многочисленных ответвлений протяженностью до 200-800 м.

В Восточном рудном узле наиболее крупные проявления богатых жильных руд известны на месторождениях Заполярное и Спутник. На Заполярном оруденелая тектоническая зона с разветвлениями служит контактом серпентинитов с густой сульфидной вкрапленностью и диабазов третьего покрова, она выполнена брекчиевидными рудами, которые образуют 4 пластообразных рудных тела мощностью 0.5-28 м и протяженностью 200-1000 м. Главное рудное тело месторождения Спутник длиной 700 м и мощностью 0.5-25 м на 60% сложено богатыми брекчиевидными и сплошными рудами, выполняющими оруденелую межпластовую тектоническую зону. Эта зона продолжается в восточном направлении до Ждановского месторождения (почти на 7 км) и вмещает в пределах последнего небольшие тела богатых руд на контакте с рудоносными перидотитами. Здесь же выявлена еще одна аналогичная тектоническая зона, расположенная параллельно первой в 200-500 м выше по разрезу.

Брекчиевидные сульфидные руды содержат от 40-50 до 70-80% сульфидов, сплошные – 80-95%; последние обычно средне-крупнозернистые, пегматоидного облика. Рудные минералы включают пирротин, пентландит, халькопирит, магнетит (до 5%) и пирит (7-10%), в рудах встречаются также хлоантит, никелин, галенит, сфалерит и др. Содержание никеля в брекчиевидных рудах от 2.32% (Ждановское) до 6.62% (Заполярное), меди – от 0.91 до 2.02%; в сплошных от 6.62 до 11.2% Ni и от 2.1 до 2.76% Cu. Средние концентрации в рудных телах составляют (Ni-Cu,%); Каула 4.0-1.76, Котсельваара 2.53-1.2, Спутник 3.69-1.44, Заполярное от 1.2-0.5 до 3.92-3.0. Самые высокие средние содержания зафиксированы в мелких линзовидных телах месторождения Сев.Онки: 6.6% Ni, 2.99% Cu. Отношение Ni/Cu самое высокое из всех типов руд– до 2.5.

Прожилково-вкрапленные руды в туфогенно-осадочных породах не пользуются широким распространением на большинстве месторождений, образуя обычно узкие полосы или ленты вдоль нижних контактов жильных руд. Лишь на месторождении Каула они слагали пласто- и линзовидные тела в филлитах, подстилающих сплошные и брекчиевидные руды, мощностью от 25-30 м в средней части до 5-10 м на флангах и представляли около 37% общих запасов месторождения.Обычная форма проявления сульфидного оруденения этого типа – мелкие линзы, просечки, гнезда и вкрапленники в филлитах; в числе рудных минералов, наряду с главными - пирротином, пентландитом и халькопиритом, типичны борнит, миллерит, виоларит, хлоантит. Содержание никеля колеблется от 0.77 до 1.18%, меди от 0.64 до 1.89%, обычно преобладание меди над никелем (Ni/Cu= 0.5-1.5).

Как уже указывалось, месторождения сульфидных медно-никелевых руд Печенгского рудного поля с первых послевоенных лет разрабатываются Горно-металлургическим комбинатом «Печенганикель», ныне преобразованным в АО «Кольская ГМК», дочернее предприятие РАО «Норильский никель». Разведанные балансовые запасы 8 месторождений, составляющих сырьевую базу АО «Кольская ГМК», приведены в таблице выше, в их составе преобладают бедные руды, требующие обогащения. Общие промышленные запасы богатых руд (месторождения Заполярное и Спутник) по состоянию на 1.01.1997 г составляли около 18 млн.т (11.4%) со средними содержаниями 2.08% Ni, 1.05% Cu. Перспективы выявления новых промышленных месторождений, тем более богатых руд в районе практически исчерпаны.

Фактическая добыча руды предприятиями АО за 1996-97 гг (сухой вес) приведена в таблице (в тыс.т).

Рудник	Месторождение	Средн.содерж. Ni, %	Проектн. производит.	Фактическая добыча		Обеспеч. запасами $B+C_1$
				1996 г	1997 г	
Центральный	Ждановское	0.54	6000	6300	7079	до 2010*
Каула-Котсельваара	Котсельваара	1.27	900	840	485	до 2011
	Семилетка		500		289	до 2018
	Каула		-		44	-
Северный	Заполярное	1.97	600	450	411	до 2015
Всего			**8100**	**7590**	**8308**	

*обеспеченность для открытой отработки.

В 1997 году добыто 8307.5 тыс.т товарной руды с содержанием на сухой вес 0.64% Ni, 0.32% Cu, 0.024% Co, в том числе открытым способом 85.2% (Центральный рудник); в 2000 г – 7586 тыс.т с 0.66% Ni. Достигнутая производительность предприятия по руде может быть сохранена до 2002 г, затем к 2006 году она понизится до 6.9 и к 2012 году – до 6.0 млн.т. Соответственно сократится выпуск товарного никеля с 30 тыс.т в 1995-2005 гг до 24-25 тыс.т в 2006-2010 годах.

Центр тяжести по мере отработки верхних горизонтов Ждановского месторождения открытым способом будет перемещаться на подземный рудник Северный и проектируемый подземный рудник Северный Глубокий, который будет отрабатывать глубокие горизонты Ждановского месторождения и Тундровое, Быстринское месторождения, а также на месторождения Спутник и Верхнее. По данным Metal Bul – letin (2001, №8635), планируется ввести в производство новый рудник в 2004 году с начальной производительностью по руде 2.5 млн.т и достижением к 2007 г. 4-4.5 млн.т.

АО «Кольская ГМК» сообщает, что строительство рудника «Северный-Глубокий» ведется с середины 2000 г, и 1-ая очередь его намечена к вводу в эксплуатацию в 2004 г, а к 2010 г будет достигнута полная мощность в 4 млн.т руды. Вместе с этим в 2006 г прекращается эксплуатация рудника «Центральный» и в 2008 г – карьера «Западный», отрабатывающих верхние горизонты Ждановского месторождения. Рудник «Каула-Котсельваара» будет работать до 2015 г с производительностью по руде 750 тыс.т, рудник «Северный» с 2012 г должен повысить производительность до 700 тыс.т.

Следует иметь ввиду, что запасы резервных месторождений должны быть значительно сокращены, поскольку они утверждались ГКЗ по бортовому содержанию 0.3% Ni, но по расчетам АО «Институт Гипроникель» для подземной отработки рентабельны лишь запасы, оконтуренные по бортовому содержанию 0.6% Ni.

В настоящее время руды с содержанием никеля ниже 1.5% обогащаются на обогатительных фабриках ОФ-1 в пос.Никель (Западная группа месторождений) и ОФ-2 в гор. Заполярный (Восточный рудный узел); там же, в гор.Заполярный производится аггломерация концентратов. Медно-никелевые концентраты в среднем содержат 6.14% Ni, 3.31% Cu, 0.205% Co; извлечение никеля в концентрат составляет 70-71.5%. На металлургическом заводе в пос. Никель концентраты перерабатываются в файнштейн, содержащий 43% Ni, 28% Cu, 0.8% Co, а также МПГ, Au, Ag, частично Se,Te. Извлечение никеля в файнштейн составляет 95% (от концентрата); файнштейн направляется в АО «Североникель» для производства катодных никеля и меди, концентратов Co и МПГ. Поставки из Печенги составляют 40% всего файнштейна, перерабатываемого АО «Североникель».

Ловнозерский никеленосный район

Расположен южнее Печенгского района в пределах пояса лапландских гранулитов и объединяет Ловнозерское месторождение и ряд проявлений сульфидных медно-никелевых руд.

Первые сведения о сульфидном никелевом оруденении района относятся к 1934 г, однако тогда Х. Вяюреневом была дана отрицательная оценка его промышленного значения. В 1949-1953 гг на Ловнозерском месторождении были проведены разведочные работы и подсчитаны запасы категорий В+С до глубин 300-500 м, которые были отнесены к забалансовым.

Вновь интерес к месторождению и его окрестностям был проявлен в середине 1990-ых гг, когда компания «Outokumpu Oy» (Финляндия) пришла к выводу о

возможности экономически эффективного освоения бедных вкрапленных руд Ловно в варианте комбинированной отработки до глубины 350-400 м. Однако, запасы месторождения оказались недостаточны для окупаемости капитальных затрат, что стимулировало создание совместного ЗАО «Кола майнинг» для доизучения рудных залежей месторождения и опоискования его окрестностей. В период 1995-2000 гг были выполнены геофизические исследования (магнито-и электроразведка) и намечены объекты для буровой проверки, однако в 2001 г в связи с отказом «Outokumpu Oy» от финансирования дальнейшие работы прекратились.

Сульфидное медно-никелевое оруденение на Ловнозерском месторождении связано с массивами норитов-габброноритов. В пределах его рудного поля эти массивы (более 10) имеют удлиненную линзо- и лентообразную или сплюснутую сигароподобную форму, залегая согласно с вмещающими гиперстеновыми плагиогнейсами с погружением к северо-востоку под углами $20\text{-}35^0$. Размеры интрузивных тел по простиранию от 50 до 300 м, мощность 5-80 м. Преобладают нориты, в отдельных телах наряду с ними присутствуют габбронориты, реже – плагиопироксениты. Местами проявлена слабая дифференциация с меланократовыми норитами и плагиопироксенитами в лежачем боку.

Сульфидная минерализация отмечена почти во всех норитовых телах, но промышленные концентрации никеля установлены лишь в нескольких. Резко преобладают вкрапленные руды, образующие ряд «висячих» горизонтов мощностью от 1 до 15 м, иногда до 35 м с содержанием никеля менее 1%. Богатые брекчиевидные руды (1-2% Ni) распространены незначительно, их мощность обычно составляет 0.1-0.5 м, редко достигая 1.5 м; мощность сульфидных жил измеряется первыми сантиметрами.

Самое крупное рудное тело 1 прослежено по склонению более, чем на 1000 м. Оно имеет многоярусное строение и представлено серией сближенных линз рассеянно- и густовкрапленных руд. Подсчет запасов произведен по рудным телам 1 и 2, общие запасы составляют около 85 у.е. никеля при среднем содержании 0.9%. Проект ЗАО «Кола майнинг» был ориентирован на прирост запасов и ресурсов никеля до 150-170 у.е. при том же качестве до глубины 500 м.

Бокситы

Общие запасы бокситов мира на начало 1989 года составляли 61.2 млрд.т, в том числе подтвержденные – 30.5 млрд.т. Наиболее крупные месторождения находятся в

Австралии, Гвинее, Бразилии, Ямайке; в них заключено 48 млрд.т общих и 21 млрд.т подтвержденных запасов, что соответствует 78 и 69% общемировых. Мировая добыча бокситов в 1990-95 гг. составляла в среднем 108.5 млн.т в год, в 1997 г – 123 млн.т, из них 70% приходится на эти 4 страны, а вместе с Индией, Суринамом, Гайаной и Грецией – свыше 82%.

Мировая минерально-сырьевая база бокситов характеризуется наличием крупных месторождений высококачественных руд, отличающихся высокой глиноземистостью и высокими значениями кремневого модуля:

Страна (месторождение)	Среднее содержание в бокситах, %		Среднее значение кремневого модуля
	Al_2O_3	SiO_2	
Гвинея, Ямайка, Бразилия	47-55	0.5-2.0	25-30
Австралия (Гоув)	49-50	4.9-5.3	10-11
Греция (Парнас)	>55	4.5-5.0	11-13

После кальцинирования бокситов в товарной продукции величина кремневого модуля превышает 16.

В России месторождения бокситов, сопоставимые по запасам и качеству, отсутствуют. В настоящее время известны следующие основные бокситоносные районы: Северо-Уральский (Свердловская область), Южно-Уральский (Челябинская область), Северо-Онежский (Архангельская область), Тихвинский (Ленинградская область), Средне-и Южно-Тиманские (Республика Коми). Кроме того, месторождения бокситов имеются также в Белгородской области (район КМА) и Красноярском крае. Всего на Госбалансе стоит 48 месторождений, из которых 11 разрабатываются, 4 подготавливаются к освоению, остальные числятся в резерве. Наиболее крупными являются месторождения Северо-Уральского и Средне-Тиманского районов.

Общее представление о качестве российских бокситов дают следующие данные:

Бокситоносный район	Средние содержания в бокситах,%			Среднее значение кремневого модуля
	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	
Северо-Уральский	54.3	3.85	21.0	14.1
Северо-Онежский	53.5	17.5	11.0	3.0
Средне-Тиманский	48.5	8.5	27.0	5.7
Тихвинский	44.0	13.0	18.0	3.4

Наиболее высококачественными, как показывают эти данные, являются бокситы Северного Урала, однако их добыча производится подземным способом в крайне трудных горно-технических условиях. Удовлетворительно качество среднетиманских бокситов (по другим источникам они имеют модуль 6-7.5), хотя оно заметно ниже уровня мирового сырья. Бокситы Северо-Онежского и Тихвинского районов принадлежат к высококремниевым низкокачественным.

Разрабатываются месторождения Северного (СУБР) и Южного (ЮУБР) Урала, Северо-Онежского (СОБР) и Тихвинского (АО «Бокситогорский глинозем») районов, причем тихвинское и южноуральские месторождения практически отработаны. С другой стороны, алюминиевая промышленность России включает в настоящее время 11 алюминиевых и 5 глиноземных действующих заводов, выпуск первичного алюминия составляет около 3 млн.т в год (15% мирового производства). Она обеспечена собственным сырьем лишь на 35% и работает, в основном, по системе толлинга. Частично дефицит бокситов может быть сокращен за счет освоения месторождений Среднего Тимана, но это практически единственная возможность за счет внутренних источников сырья.

Северо-Онежский бокситоносный район

Северо-Онежский бокситоносный район располагается к северо-востоку от Тихвинского бокситоносного района и является его прямым продолжением. Бокситы осадочного генезиса залегают в основании карбона и локализуются в палеоложбинах девонского фундамента. Государственным балансом учитываются запасы трех бокситовых месторождений: Иксинского, Денисловского и Плесецкого; кроме них в Северо-Онежском районе известен еще ряд проявлений бокситов. Балансовые запасы учтены только по эксплуатируемому Иксинскому месторождению, два других в силу неблагоприятных горно-технических и гидрогеологических условий отнесены к забалансовым. Общие запасы бокситов района велики и составляют 22.4% общероссийских, однако бокситы характеризуются низким качеством (высококремнистые) и присутствием вредных примесей.

Иксинское месторождение бокситов

Иксинское месторождение расположено в Плесецком районе Архангельской области вблизи с.Наволок, в 30 км юго-западнее станции Плесецкая и в 5-6 км юго-западнее станции Наволок. Рудные залежи располагаются по обоим берегам р.Онега в

приустьевой части ее левого притока р.Иксы. Месторождение открыто в 1949 г, разведочные работы велись в 1950-1963 гг, в том числе в западных частях Беловодской и Евсюковской залежей, характеризующихся наиболее благоприятными горно-техническими условиями, - детальная разведка. В 1965 году месторождение было передано Северо-Онежскому бокситовому руднику, добыча бокситов началась в 1974 г.

Месторождение приурочено к Иксинской котловине – структуре 2-го порядка древней погребенной Северо-Онежской впадины. Котловина вытянута в северо-западном, близком к широтному, направлении на 18 км при ширине в средней части около 7.5 км; в ее глубинной части и на бортах находятся депрессии высшего порядка, вмещающие основные бокситовые залежи месторождения. Бокситы залегают в основании разреза визейского яруса нижнего карбона. Месторождение представлено 6 бокситовыми залежами: Беловодской, Евсюковской, Чирковской, Кудрявцевской, Тарасовской и Казаковской. Общая площадь распространения бокситов 120 км^2, кондиционных руд – 35 км^2 при мощности от 0.8 до 16 м (средние мощности по залежам варьируют в пределах 2.5-8 м). Глубина залегания изменяется от 39 до 83.2 м,

Активные запасы бокситов СЗ округа РФ

боксит, у.е./ % от общероссийских запасов

Бокситовый район Месторождение	Al_2O_3/SiO_2	Балансовые запасы		Забалансов. запасы	Запасы $B+C_1$ на 1.01. 2001 г	Производительность	
		$B+C_1$	C_2			2000 г	Проектн.1-ой очеред.
Архангельская область							
Северо-Онежский бокситовый район							
ОАО «СОБР»							
Разрабатываемые Иксинское, всего	3.10	284.3 26.6	28.3	25.5		0.56	2.0
Итого		284.3 26.6	28.3	25.5			
Республика Коми							
Средне-Тиманский бокситовый район							
ОАО «Боксит							

Тимана»							
Разрабатываемые							
Вежаю-Ворыквинское	6.29	127.5 11.92	15.0		125.9		3.0
Резервные							
Верхне-Щугорское	7.85	61.7 5.77	3.0	4.7	61.7		
Восточное	7.14	46.4 4.34	1.7	0.2	46.4		
Итого		235.6 22.02	19.7	4.9	234.0		
Ленинградская область							
Тихвинский бокситовый район							
ОАО «Бокситогорский глинозем»							
Разрабатываемые							
Радынское	3.28	2.1 0.20			0.3	0.1	
Подготавливаемые к освоению							
Малогорское	3.05	1.1 0.10			1.1		0.15
Итого		3.2 0.30			1.4		
Всего по СЗ округу		**523.2 48.92**	**48.0**	**30.4**			**5.15**

средняя по залежам составляет 45-75 м.

К балансовым отнесены запасы западных частей Беловодской и Евсюковской залежей, запасы бокситов восточной части месторождения, перекрытые толщей известняков, являются забалансовыми. Беловодская залежь является самой крупной (более 81% разведанных запасов, из них 95% балансовые), следующая по величине – Евсюковская (11% запасов, из них 70% балансовые). Суммарные запасы остальных четырех залежей составляют около 8%, и все они отнесены к забалансовым. По горно-техническим и гидрогеологическим условиям Беловодская залежь разделяется на Западный, Восточный и Залужемский участки. Западный участок Беловодской залежи

несколько удлинен в широтном направлении (3.5х2-2.5 км) и имеет площадь 12912 тыс.м^2, мощность от 1.0 до 16.0 м (средняя 8.0) и глубину залегания 40-55 м (средняя 48). Породы вскрыши представлены рыхлыми песчано-глинистыми флювиоглациальными отложениями.

Рудное тело имеет выпуклую форму с мощностью от 5-10 и более метров в центральной части до минимально промышленной на бортах впадины. Наиболее высококачественные бокситы слагают ядро рудной залежи, сменяясь по разрезу к подошве и кровле и по латерали к периферии низкосортными рудами и далее аллитами, сиаллитами и каолинитовыми глинами. Площадь западной части Евсюковской залежи 5565 тыс.м^2, средняя мощность 2.8 м, глубина залегания 45 м По минеральному составу бокситы месторождения принадлежат к каолинит-бемитовому, местами – к каолинит-гиббсит-бемитовому типам. В среднем по месторождению содержание этих минералов составляет (%): каолинит 30-40, бемит 25-35, гиббсит 10-15. Минералы железа представлены гетитом или гематитом, титана – лейкоксеном, турмалином, рутилом и анатазом. Небольшие количества оксидов кальция и магния связаны с эпигенетической сидеритизацией и образованием цеолитов, а сера – с огипсованием.
Качество бокситов в пределах залежей и месторождения в целом отличается высокой выдержанностью:

Залежь, участок	Содержание химических элементов (%)									
	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	Cr_2O_3	S	CO_2	ППП	µSi
Беловодская Залужемский	51.10	16.68	11.58	2.62	0.73	0.66	0.21	0.31	15.50	3.06
Западный	53.69	17.50	7.32	2.84	0.56	0.58	0.32	0.24	16.46	2.91
Восточный	55.09	18.16	6.25	2.88	0.42	0.57	0.32	0.18	15.58	3.03
Евсюковская Западная часть	52.84	19.39	9.36	2.73	0.12	0.52	0.03	0.05	14.34	2.73
Восточнаячасть	50.71	18.28	12.61	2.60	0.19	0.75	0.03	0.08	14.65	2.77
Чирцовская	52.36	20.10	7.50	2.98	0.19	0.51	н/о	н/о	15.59	2.60
Кудрявцевскя	53.50	20.20	6.70	2.87	0.17	0.52	н/о	н/о	15.81	2.65
Тарасовская	49.90	19.50	10.3	2.80	0.39	0.58	н/о	н/о	15.70	2/56
Казаковская	51.00	21.00	5.10	2.75	0.41	0.41	н/о	н/о	17.96	2.43
Среднее по ме сторождению	53.29	17.99	8.21	2.80	0.47	0.60	0.24	0.20	15.62	2.96

В среднем по месторождению содержание Cr_2O_3 составляет 0.60%, на отдельных участках оно достигает 7.3%. По данным ВАМИ, хром присутствует в виде свободной гидроокиси, адсорбированной глинистыми минералами, и хромшпинелидов.

По сравнению с другими месторождениями руды Иксинского месторождения характеризуются повышенными концентрациями галлия (62 г/т), V_2O_5 (1200 г/т), Cr_2O_3 (0.58-0.60%), Sc (90-100 г/т), Li (160-450 г/т). Также присутствуют иттрий (200-300 г/т), РЗМ (до 1000 г/т), благородные металлы.

К 1990 г. на месторождении было выделено три основных сорта бокситов: глиноземные (ГБ, 93.57% общих запасов), металлургические (МБ) и цементные (ЦБ), составлявшие в сумме 6.4% и залегающие преимущественно в краевых частях залежей. В 1991-1994 гг. в связи с дефицитом огнеупорного глиноземного сырья были проведены дополнительные работы и пересчет запасов всех сортов руд эксплуатирующейся части Беловодской залежи. В результате этого были выделены бокситы огнеупорных сортов в количестве 5.6 млн.т; доля глиноземных бокситов сократилась до 60.06% и соответственно возросло количество металлургических и цементных сортов до 39.9%. Общие балансовые запасы сократились на 8.3 у.е., незначительно изменилось в лучшую сторону качество руд.

С 2001 г. ОАО «СОБР» выполняет работы по пересчету запасов Западной залежи месторождения, в ГКЗ направлен проект кондиций, подготовленный ВАМИ.

На базе Беловодской залежи построен рудник (СОБР) . Проектная мощность 1 очереди предприятия составляет 2 млн.т бокситов, полная – 4 млн.т, однако производительность рудника ограничивается отсутствием собственного глиноземного предприятия и неприспособленностью других ГЗ России к переработке северо-онежских бокситов. Фактическая производительность сократилась с 714 тыс.т в 1990 г до 194 тыс.т в 1994 г; в 1995-1999 гг уровень добычи колебался между 380.6 и 217.6 тыс.т, а в 2000 г он составил 562 тыс.т. Рудник обеспечен разведанными запасами даже при максимальной производительности на 70 лет, в том числе на 40 лет в проектном контуре карьера.

С 1981г. рудник начал поставки бокситов Бокситогорскому глиноземному заводу (ныне АО «Бокситогорский глинозем»). В конце 1980-х – начале 1990-х они составляли до 55-70% общего объема сырья завода, планировался полный переход Бокситогорского завода на северо-онежские бокситы в связи с исчерпанием местных ресурсов. Однако, уже в середине 1990-х доля потребления бокситов СОБР снизилась до 12-36%. Причинами этому явились

- резкий рост транспортных тарифов;
- низкое качество северо-онежских бокситов, в т.ч. присутствие повышенных концентраций хрома, вызывающих ряд технологических затруднений;
- увеличение почти вдвое добычи бокситов собственным рудником на Радынском месторождении.

В 2000 г бокситы отгружались Бокситогорскому глиноземному заводу, заводам черной металлургии, цементной промышленности, огнеупорных материалов. Количество отгруженного боксита и его качественная характеристика приведены ниже:

Потребители	Марка бокситов	Отгруженная товарн. руда, тыс.т	Содержание, %	
			Al_2O_3	SiO_2
Глиноземное производство (Бокситогорский ГЗ)	ГБ-1	388.8	53.1	17.1
Мартеновское производство	МБ	35.3	50.1	19.8
Цементное производство	ЦБ	63.5	49.4	19.5
Огнеупорное производство	ИБМ	97.0	59.0	13.8
Всего		584.6		

В общем производительность ОАО «Северо-Онежский бокситовый комбинат», имеющего достаточные запасы бокситов, ограничена в первую очередь отсутствием собственного глиноземного производства. В перспективе, вероятно, целесообразно создание в Архангельской области на базе Иксинского и других месторождений бокситов комплекса в составе глиноземного завода (1.1 млн.т глинозема в год), алюминиевого завода на 550 тыс.т первичного металла и литейно-прокатного производства мощностью 200 тыс.т алюминия. Одновременно необходимо внедрение разработанных технологий переработки сырья с попутным извлечением галлия, ванадия, титана, скандия и др.

В 1999 г. ВИМСом завершены исследования по производству из бокситов и родственных пород (аллитов, сиаллитов) Иксинского месторождения глинозема, цеолитов и редкометального продукта с использованием технологии этого института. Расчетом ТЭС установлена высокая эффективность переработки бокситов на промплощадке СОБРа с годовой мощностью предприятия 100 тыс.т руды. Товарными продуктами являются синтетический цеолит и гидроксид алюминия, пригодный для кальцинации. Шлам от выщелачивания спека содержит 0.05% Sc, 0.015% Y_2O_3, 0.034%

REO, 9.93% TiO_2 и представляет собой редкометальный концентрат, который может быть реализован специализированным перерабатывающим предприятиям [107]. Из щелочно-алюминатных растворов по обычной методике возможно извлечение галлия и ванадия, а также хрома (по экологическим требованиям).

Средне-Тиманский бокситоносный район

Впервые пласт бокситов на Среднем Тимане был обнаружен в верхнем течении р. Вычегды в 1949 г. Это послужило основанием для организации здесь специализированных поисковых работ, и в 1970 г в верховьях р. Ворыквы при геологической съемке были выявлены кондиционные бокситы, дальнейшее изучение которых вскоре привело к открытию промышленных залежей Вежаю-Ворыквинского бокситового месторождения. В дальнейшем поисковыми работами были открыты новые месторождения и проявления (Верхнещугорское, Восточное, Заостровское, Володинское, Светлинское), что выдвинуло Средний Тиман на ведущее место среди важнейших бокситоносных районов России. В настоящее время месторождения Ворыквинского рудного узла подготовлены к эксплуатации, а Вежаю-Ворыквинское -- разрабатывается с 1998 г.; остальные – Володинское и Светлинское бокситовые и Заостровское фосфатобокситовое -- прошли стадию только поисково-оценочных работ и нуждаются в доразведке.

Вежаю-Ворыквинское месторождение

Вежаю-Ворыквинское месторождение бокситов является наиболее крупным не только среди месторождений Ворыквинской группы, но и всего Тимана в целом. В нем сосредоточено 56.4% запасов бокситов Ворыквинского рудного узла и почти 12% общероссийских балансовых запасов. Месторождение состоит из трех залежей: Центральной, Западной и Верхневорыквинской, параметры которых приводятся в таблице.

Залежь, участок	Длина, м	Ширина, м	Мощность рудн.тел, м	Глубина залегания, м	
				пределы	средняя
Западная залежь	2200	200-1300	1.5-24.4	0.6-66.7	33.2
Верхневорыквинская	2200	100-600	1.5-21.0	0.2-	18.6

залежь				57.0	
Центральная залежь, рудное тело №1	2100	2200	1.5-27.5	0.6-50.0	24.4
Участок маложелезистых бокситов	460	180-350	0.6-3.6	18.4-41.9	30.7

Рудные тела имеют пластовую или линзовидно-пластовую форму с относительно ровной слабо выпуклой кровлей и извилистой подошвой, осложненной карманами и котловидными углублениями. Средний химический состав руд, % на сухой вес: SiO_2 – 8.01, TiO_2 – 2.73, Al_2O_3 – 48.69, Fe_2O_3 – 27.87, CaO – 0.36, $S_{общ}$ - 0.02. Кремневый модуль – 6.08.

В Центральной залежи вскрыты три блока природно обесцвеченных маложелезистых бокситов, пригодных для производства абразивов, высокачественных огнеупоров и электрокерамики. Балансовые запасы их составляют более 43 млн.т.

В общем для руд месторождения характерны разнообразие и изменчивый характер, что проявляется в непостоянстве концентраций главных химических компонентов и величины кремневого модуля [2]. Пределы их колебаний составляют: Al_2O_3 34—76%, SiO_2 1.5 – 21%, Fe_2O_3 2 – 40%, TiO_2 2 – 4.6%; кремневого модуля 2.1 – 50. Соответственно весьма непостоянны и содержания основных минералов руд. С учетом их соотношений на Вежаю-Ворыквинском месторождении выделены гематит-бемитовый, гематит-шамозит-бемитовый, шамозит-бемитовый, гематит-каолинит-бемитовый, каолинит-бемитовый и бемитовый минеральные типы руд. Наибольшим распространением пользуются гематит-бемитовый и гематит-шамозит-бемитовый типы; в Центральной залежи существенное значение имеют также каолинит-бемитовый и бемитовый типы с широким спектром промежуточных разновидностей, значительная часть которых пригодна для производства абразивов. Химический состав бокситов некоторых минеральных типов приведен ниже в таблице (среднее по 5-11 пробам, вес.%).

Минеральный тип	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	P_2O_5	ППП	$S_{общ}$	Al_2O_3/SiO_2
гематит-бемитовый	6.65	2.79	46.01	30.69		0.29	0.29	11.75	0.02	6.92
гематит-шамозит-бемитовый	11.84	2.60	43.33	26.84	2.47	0.25		13.20	0.015	3.66
шамозит-бемитовый	14.64	2.48	41.45	26.24	3.82	0.21		13.29	0.02	2.83

гематит-каолинит-бемитовый	15.76	2.74	45.82	19.78		0.19		13.76	0.01	2.91

При этом гематиту в названиях типов руд придается значение собирательного термина для всех оксидов железа (гематит, гетит, гидрогетит, лимонит).

Содержания элементов-примесей в рудах Вежаю-Ворыквинского месторождения обычны для бокситов латеритного типа и составляют (г/т): Ga 35 – 110, Sc 40 – 140, V 120 – 630, Nb 30 – 90, REE 600 – 1350.

Горно-технические условия позволяют разрабатывать месторождение открытым способом, вскрышные породы (в основном, базальты) могут быть утилизированы как стройматериалы. В Федеральной программе развития рудно-сырьевой базы металлургической промышленности РФ «Руда» на 1997-2005 годы предусмотрено строительство на базе Вежаю-Ворыквинского месторождения 1-ой очереди карьера мощностью 3 млн.т и 1-ой очереди глиноземного завода в Республике Коми мощностью 500 тыс.т. В 1998 г Правительством РФ принято Постановление « Об освоении месторождений бокситов Среднего Тимана и развитии алюминиевого комплекса Урала».

С 1993 г. лицензией на право разработки месторождения владеет ОАО «Боксит Тимана». В 1997 г стратегическим инвестором проекта добычи бокситов на Среднем Тимане стала Сибирско-Уральская алюминиевая компания (ОАО «СУАЛ»), что резко активизировало его реализацию. К 2000 году была создана инфраструктура, обеспечивающая строительство рудника и железной дороги, и разработан комплекс проектно-сметной документации на строительство 2-ой очереди рудника и глиноземного завода. Нашли свое решение вопросы кредитования зарубежными банками и финансовыми компаниями.

В феврале 1998 года была начата промышленная разработка месторождения; к началу 2002 г всего было добыто около 2 млн.т бокситов (в 1999 – 0.38, в 2000 – 0.67 и в 2001 – 0.8 млн.т), отгруженных на Уральский и Богословский АЗы (85%), Бокситогорский ГЗ (9%) и Челябинский абразивный завод (6%) [13]. Площадь карьера достигла 250 тыс.м^2, мощность бокситовой залежи составляет до 15-17 м, вскрышных пород – от 2-5 до 12-15 м. Размеры добычи ограничиваются возможностью вывоза бокситов, вначале транспортировавшихся до ж-д станции Чиньяворык (156 км) автотранспортом. С августа 2001 г схема вывоза включает перевозку автотранспортом на 89 км, далее – по железной дороге; с 111 кв. 2002 г предполагается транспортировка продукции полностью железнодорожным транспортом. Ввод в эксплуатацию

подъездной железной дороги откроет возможности увеличения выпуска товарного боксита до 6-7 млн.т/год за счет освоения новых залежей и месторождений и строительства на их базе 11 и 111 очередей Средне-Тиманского бокситового рудника.

Восточное месторождение

Рудная залежь месторождения имеет в плане вытянутую форму и извилистые очертания, общую протяженность 3800 м при ширине от 200 до 1150 м. Глубина залегания бокситов, образующих пластообразные рудные тела, меняется от 78 до 400 м, мощность от 1.5 до 45 м при средней 6-7 м. С учетом глубины залегания и возможного способа отработки бокситов выделяются участки открытых и подземных работ:

Участки	Длина, м	Ширина, м	Мощность рудн.тел, м	Глубина залегания,м	
				пределы	средняя
Открытых работ	2200	300-500	2.0-45.6	77.8-154.7	113.0
Подземных работ	33800	200-1150	1.5-19.0	128.7-403.7	295.8

Средние содержания химических компонентов в пересчете на сухой вес составляют, %: SiO_2 – 7.39, TiO_2 – 2.79, Al_2O_3 – 50.27, $Fe_2O_{3общ}$ – 27.41, CaO – 0.16, S – 0.05, кремневый модуль – 6.80. Но на разных участках месторождения соотношение главных породообразующих компонентов варьирует в широком диапазоне, особенно оксидов алюминия и кремния (Al_2O_3 42-60%, SiO_2 0.3-15%), вследствие чего величина кремневого модуля меняется от 2.4 до 100 и более. Оксиды железа обычно содержатся в пределах 15-25%, но нередко встречаются и маложелезистые бокситы, в том числе около 20 млн.т абразивных.

По минеральному составу преобладают гематит-каолинит-бемитовый и гематит-бемитовый типы, содержание шамозита незначительно, однако местами присутствует диаспор в количестве до 10-15%. В связи с этим выделяются самостоятельные диаспор-каолинит-гематит-бемитовый и диаспор-шамозит-гематит-бемитовый минеральные типы руд.

Верхнещугорское месторождение

Верхнещугорское месторождение состоит из Южной и Северной групп залежей, главное различие между которыми обусловлено разным составом субстрата, подвергнувшегося выветриванию.

Северная группа бокситовых залежей сформировалась по полевошпат-карбонатным метасоматитам, рудные тела неоднородны, часто расщеплены на серию пластов

различной мощности, разделенных аллитами и глинистыми породами. Наиболее мощные рудные пласты (10 м и более) приурочены к верхней половине продуктивной толщи. В Южной группе залежей, образовавшихся по сланцево-карбонатным породам и метамергелям, рудные тела состоят обычно из одного пласта, залегающего в средней части толщи. Бокситы Южной группы залежей по химическому и минеральному составу принципиально не отличаются от бокситовых руд Вежаю-Ворыквинского месторождения, в них лишь немного чаще встречается диаспор и примеси алюмофосфатов. Значительная часть бокситов представлена абразивными сортами (5.7 млн.т).

Северная группа бокситовых залежей сложена более высококачественными (высокомодульными) сортами,преобладают гематит-бемитовые, бемитовые и каолинит-бемитовые минеральные типы, среди которых нередки малокремнистые очень высокомодульные (модуль более 28) разности. Особый интерес представляет крупный блок природно обесцвеченных практически безжелезистых высокомодульных бокситов мономинерального бемитового типа. Средний состав их (%): SiO_2 1.48, TiO_2 4.35, Al_2O_3 76.97, Fe_2O_3 0.78, FeO 0.06, MgO 0.13, CaO 0.06, ППП14.88, P_2O_5 0.33, CO_2 0.14; Al_2O_3/SiO_2 91.65. В каолинит-бемитовых бокситах среднее содержание кремнезема возрастает до 10.66%, а значение кремниевого модуля падает до 9.77. Довольно широко в Северной группе залежей распространены и высокомодульные гематит-бемитовые бокситы, содержащие в среднем 0.88% SiO_2, 61.26% Al_2O_3 и 20.09% Fe_2O_3 (кремниевый модуль 69.6). Отличительной особенностью всех бокситов Северной группы залежей является отсутствие в составе значительных количеств шамозита. Основные параметры некоторых бокситовых залежей Верхнещугорского месторождения показаны в таблице:

Залежь	Длина, м	Ширина, м	Мощность рудн.тел, м		Глубина залегания, м	
			пределы	средняя	пределы	средняя
1-я Южная	4500	400-1050	2.0-24.0	5.26	6.8-90.8	49.1
2-я Северная	4000	75-600	0.4-50.8	12.7	31.3-158.5	68.0
3-я Северная	2900	24-500	0.6-47.6	12.64	76.0-184.0	115.6

Усредненный химический состав бокситов Верхнещугорского месторождения характеризуется следующими концентрациями важнейших компонентов (% на сухой вес): SiO_2 6.61, TiO_2 2.87, Al_2O_3 49.76, CaO 0.39, S 0.04, Ga 0.0071, V_2O_5 0.049; величина кремневого модуля 7.53.

Бокситы Северной группы залежей отличаются резко повышенными концентрациями ниобия и РЗМ, что обусловлено наличием редкометальной минерализации в материнских метасоматитах. Так, средние содержания Nb в них составляют 200-700 г/т, в отдельных пробах – до 2000 г/т, присутствуют пирохлор, колумбит, ниоботитанаты. В разрезе бокситов выделяются тонкие рудные прослои с 2-5% Nb. В бурых высокомодульных бокситах содержится от 0.1 до 5.4% РЗМ и до 4.5% Sr, входящих в монацит, апатит, пирохлор. При переработке бокситов на глиноземных производствах эти элементы переходят в красный шлам, который в настоящее время не рассматривается в качестве сырья на редкие металлы и поступает в шламохранилище.

Разведанные запасы бокситов Среднего Тимана позволяют не только обеспечить сырьем глиноземные заводы Урала, восполняя сокращение добычи предприятиями СУБРа, но и организовать в Республике Коми собственное производство глинозема. Тиманские бокситы характеризуются более низкими значениями модуля и глиноземистости, чем северо-уральские (5.7-6.3 против 12.6-14.1 и 49% против 54.3%, соответственно), однако технологически превосходят последние, поскольку состоят преимущественно из бемита, а не из более трудно вскрываемого диаспора. Они не содержат вредных примесей и могут перерабатываться по более дешевой параллельной Байер-спекательной схеме. Особенностью средне-тиманских бокситов является их низкая себестоимость, которая

Качество бокситов Среднего Тимана

Месторождение, марка боксита	Среднее содержание ,%		
	Al_2O_3	SiO_2	Al_2O_3/SiO_2
Вежаю-Ворыквинское (4-6 карьеры)			
ГБ-б	50.23	6.32	7.95
ГБ-с	45.80	10.12	4.53
Верхне-Щугорское, Северная залежь			
ГБ-б	51.02	5.54	9.21
ГБ-с	43.84	9.81	4.47
Верхне-Щугорское, Южная залежь			
ГБ-б	50.83	6.67	7.56
ГБ-с	46.39	10.83	4.28

Восточное ГБ-б	51.39	6.24	8.24
ГБ-с	44.80	9.26	4.84
Средневзвешенное по всем м-ниям ГБ-б	50.83	5.88	8.64
ГБ-с	44.80	10.19	4.40

составит для первой очереди развития СТБР не более 5 долл/т, а для последующих очередей не более 8 долл/т на ст. Чиньяворык, или 13-15 и 20-22 долл/т глинозема, соответственно, что в несколько раз ниже, чем где-либо в России или СНГ. Это определяет возможность создания мощностей по переработке бокситов непосредственно в Республике Коми.

Значительная часть запасов бокситов (до 30%) представлена маложелезистыми и белыми разностями, пригодными для прямого использования в производстве дорогостоящей продукции: высокостойких огнеупоров, специальной керамики, абразивов, различных композитов и т.д.

Согласно технико-экономическим расчетам, рентабельность производства глинозема из средне-тиманских бокситов вполне сопоставима или несколько выше, чем из лучших северо-уральских (цех №2 Богословского АЗ). По сравнению с использованием импортных бокситов рентабельность на Богословском АЗ будет выше на 5.6-10%, на Уральском АЗ – на 14.2-18% за счет высоких транспортных тарифов. Еще эффективнее экономически переработка бокситов на глинозем в Республике Коми. Расчеты позволяют предполагать, что глиноземный завод в Коми будет иметь лучшие экономические показатели среди всех российских аналогов.

Освоение бокситов Среднего Тимана начинается с Вожаю-Ворыквинского месторождения и планируется в два этапа. На 1 этапе ведется разработка его карьерами общей мощностью 2.55 млн.т руды и 3.9 млн.т вскрышных базальтов.На этом же этапе осуществляется строительство железной дороги от ст.Чиньяворык до рудника (156 км), автомагистрали для вывоза руды к станции (30 км), а также дробильных фабрик и цеха кальцинации абразивных и огнеупорных бокситов. 2.5 млн.т бокситов глиноземных сортов направляются на Уральский и Богословский АЗы, некоторое количество может поставляться на Бокситогорский ГЗ и Иркутский АЗ. 350 тыс.т составят абразивные сорта и 100 тыс.т – огнеупорные. Вывод рудника на проектную мощность 1-ой очереди планируется в 2004 г, разработка участков белых (маложелезистых) бокситов – с 2003 г. Для их обжига в 2004 г будет построен цех.

На 2 этапе планируется рост годовой добычи бокситов до 6-6.5 млн.т и строительство в Республике Коми глиноземного завода производительностью 1.2 млн.т глинозема.

Институтом ВАМИ по поручению ОАО «СУАЛ-Холдинг» выполнена предварительная технико-экономическая оценка строительства глиноземно-алюминиевого комплекса в Республике Коми в составе:

- бокситового рудника мощностью 3.5 млн.т с подъездной железной дорогой длиной 10 км
- глиноземного завода производительностью 1.2 млн.т глинозема
- алюминиевого завода производительностью 600 тыс.т, в т.ч. продукция литейного производства – 370 тыс.т и продукция повышенной готовности (прокат, фольга, панели, проволока) – 230 тыс.т [4].

Сырьевой базой являются 4-6 рудные тела Вежаю-Ворыквинского месторождения (11 очередь освоения), южные и северная залежи Верхне-Щугорского и Восточное месторождения. Обеспеченность предприятия разведанными запасами - 23 года, с учетом оценки ресурсов на опоискованных площадях – 50-60 лет. Добыча осуществляется открытым способом с $К_{вскр}$ 4.6-5.7 $м^3/т$, ведется селективная выемка бокситов двух сортов – байеровского и спекательного при соотношении около 9:1.

Промплощадка Глиноземного завода размещается в районе г.Ухта, промплощадка АЗ - в районе г.Печора на базе Печорской ГРЭС. При форсированном строительстве комплекс может быть введен в эксплуатацию в течение 7-8 лет с выпуском первой товарной продукции на 3-4-ый год (280 тыс.т глинозема, 145 тыс.т алюминия и алюминиевых полуфабрикатов). Наиболее ранние возможные сроки соответствуют 2011-2012 и 2007-2008 гг, соответственно. Общие необходимые инвестиции – 630 млн. долларов. Проект характеризуется весьма высокой эффективностью вложения инвестиций.

В 2002 г Правительством Республики Коми и ОАО «СУАЛ-Холдинг» принято решение о создании в Республике глиноземно-алюминиевого комплекса.

Месторождения Среднего Тимана могут стабильно обеспечивать бокситами глиноземные заводы России в течение первой половины XX1 века.

Тихвинский бокситоносный район

Тихвинский бокситоносный район был первой и в течение многих лет единственной сырьевой базой отечественной алюминиевой промышленности. Первые

проявления бокситов в районе современного г. Бокситогорска были обнаружены во второй половине X1X века, а первые поисково-разведочные работы в бассейне р. Воложбы проведены в 1917 г и привели к выявлению первого в России промышленного бокситового месторождения с запасами 90 тыс.т. Особенно широкое развитие поисковые и разведочные работы получили в годы после 2-ой мировой войны, причем уже в начале 1950-х они велись на всей территории от Онежского озера до р. Белой в Новгородской области. К 1956 году в пределах Тихвинского БР на площади 10 тыс.км^2 было выявлено 54 месторождения и проявления бокситов.

Бокситы Тихвинского бокситоносного района принадлежат в основном к гиббсит-бемит-каолинитовому типу, в котором ведущая роль принадлежит бемиту (колломорфному, реже кристаллическому). Средний химический состав (%): SiO_2 10.5-16.9, Al_2O_3 37.9-50.3, Fe_2O_3 4.5-21.1, TiO_2 1.6-6.3, CaO 0.7-9.0. Более 90% всех запасов района представлено бокситами марок Б-4, Б-5 и Б-6 (по ГОСТ 972-50).

Тихвинский бокситоносный район является сырьевой базой Бокситогорского глиноземного завода – первенца отечественной алюминиевой промышленности. За период эксплуатации с 1931 г. запасы бокситов истощились, наиболее крупные и богатые месторождения полностью отработаны. В настоящее время заканчивается отработка мелкого Радынского месторождения, запасы которого были сняты с баланса в 1971 году и восстановлены в 1990. Из оставшихся 22 разведанных, но также ранее снятых с баланса месторождений только четыре могут представить в современных условиях реальный промышленный интерес, в том числе Малогорское, на котором после доразведки начаты горно-подготовительные работы. Перспективы еще четырех требуют дополнительной оценки, остальные месторождения бесперспективны. Выявление новых промышленных объектов в Бокситогорском районе практически исключено.

До 1991 г разработка бокситовых месторождений Тихвинского района осуществлялась Пикалевским ПО «Глинозем», в настоящее время – ОАО «Бокситогорский глинозем». Потребителем глиноземных бокситов является Бокситогорский глиноземный завод, бокситов марки ЦБ – Пикалевский цементный завод и цементный цех Волховского АЗа. Бокситогорский ГЗ включает глиноземный цех и цеха по производству галлия, электрокорунда и полировальных порошков. До 1993 г годовой выпуск глинозема составлял 180-200 тыс.т, в 1993-94 производство снизилось до 150-170 тыс.т. До недавнего времени главным потребителем бокситогорского глинозема был Надвоицкий АЗ, потребителями электрокорунда и

галлия являются предприятия ВПК. Кризис в оборонных отраслях промышленности в 1990-х вызвал нестабильность в работе цехов, выпускающих эти виды продукции, вплоть до временного закрытия. Производство глинозема на Бокситогорском заводе низкорентабельно, зачастую – убыточно, но ранее это компенсировалось прибылью от поставок электрокорунда. В связи с остановкой производства последнего завод оказался вынужденным резко поднять цены на глинозем, и потребители – Надвоицкий и Волховский АЗ – отказались в 1993 г от закупок, перейдя на импортное сырье. Теперь основной объем глиноземной продукции направляется в Таджикистан на ТадАЗ.

Максимальный срок работы собственного рудника ОАО «Бокситогорский глинозем» с учетом запасов Малогорского месторождения – 10-15 лет, в дальнейшем неизбежен полный переход на использование привозного сырья из Северо-Онежских или Средне-Тиманских месторождений.

Недавно в зарубежной печати (Metal Bull-2002 №8703) появилось сообщение (с сылкой на вице-губернатора Ленинградской области Г. Дваза), что на переговорах с ОАО "СУАЛ" о поставках среднетиманских бокситов на «Бокситогорский глинозем» не достигнуто соглашения, и обеспечение предприятия будет производиться за счет импорта из Греции. Собственный бокситовый рудник ОАО «Бокситогорский глинозем» закрыт его владельцами.

Радынское месторождение бокситов

Радынское месторождение разведано в 1949-1953 гг бурением по сети 100х50 со сгущением до 50х25 м, запасы утверждены ВКЗ в 1953 г.

Расположено в Бокситогорском районе Ленинградской области в 5 км к северо-востоку от гор. Бокситогорск. Разрабатывается рудником ОАО «Бокситогорский глинозем» с 1990 года.

Залежь бокситов имеет форму узкой линзы, вытянутой в северо-восточном направлении, протяженностью 1500 м с ответвлением в центральной части на север длиной 300 м при средней ширине 140 м (80-240 м). Глубина залегания 35-67 м, средняя – 48 м, мощность рудного тела 0.75-10.8 м, средняя – 4.2 м. Вскрышные породы представлены непромышленными бокситами, песчано-глинистыми отложениями, известняками и четвертичными наносами. Средний состав балансовых руд характеризуется 11.3% SiO_2, 44.6% Al_2O_3, 19.5% Fe_2O_3 (силикатный модуль 3.9).

Разработка месторождения ведется открытым способом, проектная мощность карьера по руде 200 тыс т, фактическая добыча в 1993-94 гг превышала ее более, чем вдвое:

Год	Добыча сырья, тыс.т		
	всего	в том числе	
		бокситов	аллитов
1990	211	186	25
1991	234	211	23
1992	278	256	22
1993	430.5	405	25.5
1994	472	430	42
….			
2000	107	98	9

Наряду с добычей бокситов производится выемка высокоглиноземистых аллитов в количестве 8-12%, которые подшихтовываются к руде для получения кондиционного сырья. За период 1990-94 гг 65-80% добытых бокситов соответствовало марке ГБ (не менее 44.3% Al_2O_3 в сухой руде) для производства глинозема и 20-35% -- марке ЦБ-1 (не менее 39.0% Al_2O_3) для производства цемента. В последующие годы произошло снижение качества добываемой руды, и в 2000 г из общего объема лишь менее 25% было использовано в глиноземном производстве.

Отработка Радынского месторождения должна закончиться в 2002 году.

Малогорское месторождение бокситов

Малогорское бокситовое месторождение известно с 1941 г. В 1948-49 гг оно было детально разведано бурением по сети 100х25 и 50х50 м, пройдено 126 буровых скважин средней глубиной 53.6 м (6805.4 п.м). Запасы категорий $B+C_1$ в размере 1151.3 тыс.т утверждены ВКЗ в 1950 г. В 1971 г протоколом ГКЗ они сняты с балансового учета из-за сложных горно-технических условий отработки.

В связи с выбыванием мощностей Радынского рудника в 1999 году ОАО «Бокситогорский глинозем» получена лицензия на геологическое доизучение и добычу бокситов на Малогорском месторождении. Работы по доизучению выполнены ГГП «Севзапгеология» в 1999-2000 гг, произведена переоценка запасов камеральным путем в соответствии с новыми кондициями и оценка качества вскрышных пород (проходка

16 буровых скважин общим объемом 317.8 п.м). В январе 2001 г ТКЗ утверждены запасы бокситов категории C_1 1089 тыс.т и запасы известняков вскрыши в контуре карьера 2935 тыс.т (C_2). АО «Гипроникель» разработан технический проект отработки месторождения открытым способом при коэффициенте вскрыши 14 $м^3$/т и производительности карьера 150 тыс.т бокситов и 407 тыс.т известняков. 31 декабря 1999 г на Малогорском месторождении начаты вскрышные работы.

Месторождение расположено в Бокситогорском районе Ленинградской области в 9 км к северо-востоку от гор.Бокситогорск рядом с дер.Горка.

Месторождение локализовано в краевой части карбонового плато и сложено отложениями визейского и серпуховского ярусов нижнего карбона и четвертичными отложениями (морена и флювиоглациальные образования). Бокситы приурочены к средней части тульского горизонта (приподошвенная часть разреза визейского яруса), они подстилаются комплексом пестроцветных глин и перекрываются серыми углистыми глинами с прослоями органогенно-обломочных известняков. Бокситы слагают узкую центральную часть залежи линзовидной формы в ложбине девонской поверхности, окруженную аллитами и сиаллитами.Общая протяженность рудной залежи(основная зона+ответвление) 3100 м, ширина от 20-50 до 200 м, в среднем 120 м, мощность 0.2-7.35 м (средняя 2.8 м). Глубина залегания кровли возрастает с севера на юг от 29.2 до 62.8 м.

Средний состав бокситов: 45.6% Al_2O_3, 14.94% SiO_2, 19.44% Fe_2O_3, 15.02% ппп, 2.37%TiO_2, 2.51% CaO. Кремневый модуль варьирует от 2.2 до 4.3, в среднем составляя 3.0. Главными минеральными составляющими бокситов являются бемит (37%) и каолинит (28%), преобладают бокситы бемитовой группы (60%), роль гиббситовых и каолинитовых одинакова (по 20%). Бокситы принадлежат к промышленным маркам от Б-3 до Б-12 по ГОСТ 972-41 и могут использоваться для производства глинозема.

Из вскрышных пород для использования в производстве глинозема пригодны только известняки веневского горизонта, имеющие мощность 1.5-10.6 м (в среднем 7.2) и характеризующиеся содержанием CaO 52.8%, SiO_2 2.67%, MgO 0.89%, Fe_2O_3 0.60%.

Обеспеченность рудника балансовыми запасами при проектной производительности составляет 7.3 года.

Из остальных месторождений Тихвинского бокситового района, разведанных в 1940-е годы и в 1971 снятых с Государственного баланса, в перспективе возможно освоение Батьковского, Задорского и Дороховского-11 месторождений. Бокситы в этих месторождениях характеризуются качеством, аналогичным Малогорскому (кремневый

модуль 3.2-3.4), близкими горно-техническими и гидрогеологическими условиями разработки. Они могут отрабатываться открытым способом. В случае сохранения современной ситуации с иксинскими бокситами, эти месторождения могут рассматриваться как резерв для поддержания деятельности ОАО «Бокситогорский глинозем».

Нефелин

Минерально-сырьевая база алюминия России (и ранее СССР), как указывалось, принципиально отличается от мировой весьма ограниченными запасами высококачественных бокситов. В связи с этим с самого начала развития алюминиевой промышленности СССР в сферу глиноземного производства наряду с низкокачественными бокситами вовлекались нефелины и алуниты. Для их переработки были разработаны эффективные методы, получившие мировое признание. Так, нефелиновое сырье перерабатывается по уникальной комплексной безотходной технологии с получением глинозема, соды, поташа, сульфата калия, портландцемента и попутно галлия. В настоящее время из нефелинового сырья производится около одной трети общероссийского глинозема.

За пределами бывшего СССР нефелины для производства глинозема пока не используются, так как предпочтение отдается более экономически привлекательным бокситам, тем более что мировой рынок располагает достаточными источниками высококачественных бокситов. Во время 2-ой мировой войны проводились довольно широкие исследования нефелиновых гнейсов Канады как потенциального источника алюминия, но эти породы, как и миаскитовые сиениты, уртиты и ийолиты остаются возможным сырьем далекого будущего. Вместе с тем, нефелины и нефелиновые сиениты имеют большое значение в стекольной и керамической отраслях промышленности зарубежных стран, что связано с высокими концентрациями в них Al и Na. Главными производителями нефелин-полевошпатовых концентратов в мире являются Канада (месторождение Blue Mountain) и Норвегия (месторождение Lillebukt на острове Stjernoy), выпускающие продукты с 23% Al_2O_3, 15-15.5% Na_2O+K_2O, 0.7-1.3% CaO, 0.08-0.1% Fe_2O_3. Разработка нефелиновых сиенитов в Канаде ведется с 1933 г, в 1997 производство продукции составило 628 тыс.т; месторождение Lillebukt эксплуатируется с 1961, выпуск концентрата в 1999 был 300 тыс.т

В России основные запасы нефелинового сырья сосредоточены в Северо-Западном округе в апатит-нефелиновых рудах Хибинского массива; Госбалансом РФ

учтены также балансовые запасы нефелиновых руд в двух месторождениях Кузнецко-Алатауской щелочной провинции (Красноярский край и Кемеровская область) и Баянкольском месторождении в Республике Тыва (Восточно-Тувинская провинция). Еще по двум месторождениям Восточной Сибири учитываются забалансовые руды. Кроме хибинских месторождений, добыча нефелинового сырья производится на Кия-Шалтырском месторождении (Кемеровская область), связанном с одноименным массивом щелочных габброидов. ОАО «Ачинский глиноземный комбинат» имеет производительность по руде (уртиту) 4.5 млн.т в год, в 2000 г было добыто 3.8 млн.т со средним содержанием Al_2O_3 26.63%. Запасы промышленных категорий составляют 128.4 млн.т, что обеспечивает работу рудника на 23 года. Добытые уртиты не требуют обогащения и служат сырьем для производства глинозема на Ачинском ГК.

Подготовлено к эксплуатации Горячегорское месторождение тералит-сиенитов (22.45% Al_2O_3) в Красноярском крае, однако его руды требуют обогащения для удаления избыточного железа, также как и нефелиновые сиениты Кургусульского (Республика Хакасия) и ийолит-уртиты Баянкольского (Республика Тыва) месторождений, разведанных и поставленных в Госрезерв.

Значительные прогнозные ресурсы нефелинового сырья оценены по некоторым другим месторождениям этих районов, а также Байкальской щелочной провинции; совокупные ресурсы Сибири оцениваются на уровне 10 млрд.т, но они весьма неоднородны, и значительная часть их требует удаления железа магнитной сепарацией или флотацией, а фойяиты, миаскиты и т.п. – сложного химического обогащения.

Активные запасы нефелина СЗ округа РФ

руда, млн.т

Месторождение	Средн.сод. $Al_2O_{3\ кр}$%	Запасы на дату утверждения			Запасы $A+B+C_1$ на 1.1.2001	Произв.по руде	
		$A+B+C_1$	C_2	забалансов		проектн.	1999
Мурманская обл							
ОАО «Апатит»							
Разрабатываемые							
Кукисвумчоррское	13.79	500.4		152.4	454.2	11.8	3.5
Юкспорское	12.99	660.2		116.2	564.3	5.4	4.9
Апатитовый Цирк	13.38	191.5	5.6	18.6	139.1	5.4	2.3
Плато Расвумчорр	13.63	687.9	28.4	49.1	375.3	11.0	9.7

Коашвинское	12.16	728.9	208.0	40.2	661.0	7.0	4.5
Ньоркпахкское	13.06	125.2	9.1	24.6	88.1	6.0	3.6
Резервные Эвеслогчоррское	13.40	356.1	12.0		356.1		
Олений Ручей	12.07	325.2	60.3	16.8	325.2		
Партомчоррское	15.69	748.3	129.1	238.9	748.3		
Куэльпорское	16.85			43.8			
Всего		4323.9	452.6	700.6	3711.7	46.6	28.4

Активные запасы нефелинов в СЗ округе сосредоточены в хибинских месторождениях апатит-нефелиновых руд, которые являются крупнейшим источником этого вида сырья. На начало 2001 года в апатит-нефелиновых рудах сосредоточено более 77.4% балансовых запасов нефелина России и более 80% запасов категорий $A+B+C_1$; в 2000году здесь было добыто 86.9% российских нефелинов.

Общая характеристика месторождений апатит-нефелиновых руд Хибинского массива дана в разделе «Апатиты». Нефелин из этих руд начал производиться в промышленных масштабах в 1949 г. и в первое время перерабатывался в глиноземном цехе Волховского алюминиевого завода (ныне ОАО «Волховский алюминий»), с 1959 года основной объем переработки хибинского нефелина переместился на Пикалевский глиноземный комбинат (ОАО «Пикалевское объединение «Глинозем»).

При обогащении апатит-нефелиновых руд нефелиновый концентрат извлекается обратной флотацией из хвостов апатитового производства, причем в концентрат поступает в среднем около 17% нефелина, содержащегося в исходной руде, что связано с уровнем спроса на этот вид продукции. За период 1986-1991 гг. среднегодовая добыча руды составила 55.7 млн.т, выпуск нефелинового концентрата – 1562 тыс.т; эти же цифры за период 1992-1996 гг соответствуют 26 млн.т и 1064 тыс.т.

Хибинский нефелиновый концентрат содержит 28.5% Al_2O_3, 17.7% Na_2O+K_2O, 9.2% CaO и используется для производства глинозема, галлия, кальцинированной соды, поташа и портландцемента. Мощности глиноземных производств Пикалевского и Волховского заводов составляют 250 и 50 тыс.т глинозема, соответственно; в 1996 г глиноземный цех Волховского АЗ остановлен на реконструкцию с переводом на выпуск гидроксида алюминия. ОАО «Пикалевское объединение «Глинозем» выпускает ежегодно около 120 тыс.т глинозема и 90 тыс.т гидроксида алюминия (в пересчете на Al_2O_3), неполное использование мощности предприятия обусловлено проблемой сбыта

попутного портландцемента; ожидаемый объем производства глинозема в 2002 году составляет 240 тыс.т (MJ-2002, vol 339 №8714).

3.1.3.Редкие металлы

Литий

Подтвержденные общемировые запасы лития оцениваются в 9.4 млн.т, из них более 75% заключено в литиеносной рапе соляных озер, около 25% в редкометальных гранитных пегматитах и незначительная часть – в редкометальных кислых гранитах.

В рапе саларов содержания Li_2O варьируют от менее 0.01% до 2%, в промышленных месторождениях оно не менее 0.04%. Наиболее крупные салары расположены в Южной Америке (Salar de Atacama в Чили, Salar del Hombre-Muerto в Аргентине, Salar de Uyuni в Боливии) со средними содержаниями Li_2O в рассолах 0.05-0.3%; в США они характеризуются значительно меньшими запасами и концентрациями оксида лития в пределах 0.015-0.02% (Searles Lake, Silver Peak).

Среди пегматитовых месторождений лидерами являются крупные тела сподуменовых, реже петалитовых пегматитов Greenbushes (Зап.Австралия), Kings Mountain, Bessemer City и др. Северной Каролины (США), Bikita (Зимбабве), Bernic Lake (Канада). Средние содержания Li_2O в разрабатываемых месторождениях 1.5-3.0%, до 4.0%. В большинстве промышленных тел главным рудным минералом служит сподумен, иногда определяющую роль играют петалит, лепидолит, амблигонит (Bikita, Caribib и др.).Месторождения лития в пегматитах, как правило, комплексные редкометальные (олово, тантал, бериллий, цезий).

За рубежом в настоящее время эксплуатируется одно лепидолитовое месторождение в кислых редкометальных гранитах Yichun в Южном Китае, где лепидолит извлекается как бипродукт ниобий-танталового производства.

До начала 1990-х в производстве литиевой продукции доминировали продуценты литиевых минералов, еще в 1991-1992 на их долю приходилось 68.4% общемировой продукции, тогда как из рапы саларов было получено только 31.6%. Но в последнее десятилетие происходит интенсивное развитие литиевого производства на базе южноамериканских саларов, в связи с чем американская FMC к 1998 г полностью прекратила отработку сподуменовых пегматитов пояса Kings Mountain и салара Silver

Peak (Невада). Главными поставщиками литиевых минералов на мировом рынке остались Sons of Gwalia (Greenbushes), Tanco (Bernic Lake) и Bikita Minerals, общие поставки которых составили в 1998 году около 25% оксида лития. Большая же часть (75%) получена на заводах по переработке литиеносной рапы Minsal (Чили), эксплуатирующей Salar de Atacama, и FMC, приступившей к разработке салара Hombre-Muerto.

За период 1991-2001 гг производство лития за рубежом выросло с 7568 т до 14900 т, из них в 2001 году из Salar de Atacama получено 6400 т. Распределение мировых запасов и производства лития характеризуется следующей таблицей.

Государство	Подтвержд. запасы, %	Производство, %
Боливия	56	-
Чили	31	43
США	4	12
Канада	4	5
Австралия	2	16
Китай	3	16
Аргентина		1
Зимбабве		5
Прочие		2

До 1990-х годов в СССР главным поставщиком литиевого сырья был Забайкальский ГОК, разрабатывавший Завитинское месторождение сподуменовых пегматитов. В 1994г богатые руды верхних горизонтов месторождения (70% запасов), доступные для открытой добычи, были в основном отработаны, и разработка прекращена из-за нерентабельности предприятия. С тех пор литий в России практически не добывается, и Красноярское АО «ХМЗ» в 1997 году перешло на импорт сырья, закупив в Чили (Minsal) 60 тыс.т карбоната лития, а Новосибирский комбинат химконцентратов перерабатывает отвальный гидроксид лития, поставляемый из США [36]. Литиевые минералы добывались также попутно с флюоритовыми (Вознесенское месторождение) и танталовыми (Орловское) рудами, но не извлекались в концентраты, а складировались в отвальных хвостах ОФ.

Современная минерально-сырьевая база лития РФ представлена тремя ГПТ месторождений:

- редкометальные гранитные пегматиты
- редкометальные кислые граниты
- слюдисто-флюоритовые метасоматиты.

Основные запасы лития в пегматитах сосредоточены в трех месторождениях Мурманской области, руды которых характеризуются содержаниями 1.13-1.25% Li_2O и хорошей обогатимостью. Вторая по значимости группа пегматитовых месторождений находится в Иркутской области (0.79-1.12% Li_2O), оставшиеся запасы Завитинского месторождения (Читинская область) содержат около 0.7% оксида лития и могут отрабатываться подземным способом. Месторождения лепидолитовых редкометальных гранитов (Орловское, Этыкинское, Ачиканский участок) отличаются значительно более низкими концентрациями (0.1-0.3% Li_2O), из них интерес могут представить лишь часть руд Ачиканского участка с 0.7-0.8% и хвосты обогащения Орловского ГОКа.

В слюдисто-флюоритовых метасоматитах Вознесенского и Пограничного месторождений (Приморский край) содержание оксида лития составляет 0.17-0.45%,в качестве минерала-концентратора выступает циннвальдит. Вознесенское месторождение разрабатывается на флюорит, возможным попутным компонентом кроме лития является бериллий. Эксплуатация месторождения ведется Ярославским ГОКом с1965 года, мощность ОФ по руде составляет 1 млн.т, выход хвостов флюоритовой флотации – около 60%. Запасы лития (0.5-0.6% Li_2O), бериллия (0.086% BeO), рубидия в хвостохранилище утверждены ГКЗ в качестве техногенного месторождения.

Согласно Федеральной программе «Либтон» (Постановление Правительства РФ 1996 г), планируется возобновление добычи сподумена на Завитинском месторождении производительностью 950-1000тыс.т руды до 2020 года, что позволит выпускать ежегодно около 20 тыс.т сподуменового концентрата. Альтернативные пути решения литиевой проблемы предполагают извлечение лития и бериллия из руд и хвостов Вознесенского месторождения в сочетании с попутным получением литиевых концентратов при разработке танталоносных пегматитов (Вишняковское, Вороньетундровское месторождения) и гранитов (Орловское). Новым для России типом литиевого сырья, для которого не оценены не только запасы, но и прогнозные ресурсы, являются природные рассолы. Тем не менее в 2000 году сообщено о начале

освоения Знаменского месторождения гидроминерального сырья в Иркутской области с глубиной залегания залежи около 1800 м и содержанием 0.14% оксида лития.

Колмозерское месторождение

Колмозерское месторождение расположено в Ловозерском районе Мурманской области, в 80 км восточнее пос. Ловозеро в ненаселенном и неосвоенном районе.

Месторождение разведано в 1954-1955 гг., в 1956-1960 гг. на нем выполнена доразведка. На месторождении пройдено 34722 куб.м канав, 790 м шурфов и пробурено 11861 п.м. скважин. Запасы утверждены в ГКЗ.

Активные запасы литиевых руд по СЗ округу РФ

Li_2O, у.е.

Месторождение	Средн.содерж. Li_2O, %	Балансовые запасы		В % к активным запасам РФ		Забалансовые запасы
		$B+C_1$	C_2	$B+C_1$	C_2	
Мурманская область АО «Севредмет» *Резервные* Колмозерское сподуменовые пегматиты	1.14	738.3	105.9	48.3	18.2	18.0
Полмостундровское сподуменовые пегматиты	1.25	143.1	218.6	9.4	37.6	
Вороньетундровское (Васин Мыльк) комплексные редкометальные пегматиты	1.03	6.0		0.4		0.7
Всего		887.4	324.5	58.1	55.8	18.7

Месторождение разломом разделено на два участка: Большой и Малый Потчемварок. Участок Большой Потчемварок состоит из 9 наиболее крупных пегматитовых жил, объединенных в северо-восточную жильную зону длиной 1540 м и юго-западную, длиной 1600 м. Участок Малый Потчемварок объединяет три жилы длиной 1400 м, залегающие в висячем боку интрузии габбро-анортозитов на площади 3х0.6 км.

Пегматиты принадлежат к альбит-сподуменовому типу и сложены кварцем, альбитом, микроклином, сподуменом и мусковитом с колумбитом, танталитом и бериллом. По запасам окиси лития и качеству руд Колмозерское месторождение принадлежит к числу крупных в РФ и в мире. Средние содержания тантала, ниобия и бериллия (0.009% Ta_20_5, 0.011% Nb_2O_5, 0.037% BeO) позволяют рассматривать эти компоненты только в качестве попутных при добыче сподумена; их запасы учтены балансом, однако реально получение только танталит-колумбитового концентрата, поскольку бериллиевые руды труднообогатимые.

Обогатимость руд Колмозерского месторождения изучена на пробах весом до 42 т; по гравитационно-флотационной схеме сподумен выделяется селективной флотацией олеиновой кислотой в содовой среде. Получены следующие показатели: сподуменовый концентрат (4.4-6% Li_2O) при извлечении 93.5%; танталит-колумбитовый концентрат (21.1% Ta_2O_5, 20.75% Nb_2O_5) при извлечении 47.18% и 51.7%, соответственно; берилловый концентрат (3% BeO) при извлечении 61%.

На базе Колмозерского месторождения возможна организация открытой добычи с производительностью предприятия 750 тыс.т руды и годовым выпуском 102.7 тыс.т керамического сподумена, 2 тыс.т карбоната лития, 30 т пентафторида тантала и 38 т пентафторида ниобия. Эксплуатация месторождения экономически эффективна, обеспеченность предприятия запасами составляет 67 лет.

Полмостундровское месторождение

Расположено в Ловозерском районе в 48 км северо-восточнее пос. Ловозеро в неосвоенном районе. Месторождение изучено на стадии детальной разведки в 1957-1960 гг. Тела редкометальных пегматитов вскрыты с поверхности канавами по линиям через 50 м и разведаны на глубину буровыми скважинами, пройденными по профилям через 100-200 м с интервалами по падению через 50-100 м.

На участке 3000х200 м расположено двенадцать кулисообразно залегающих жил редкометальных пегматитов северо-западного простирания с падением к СВ под 50^0. Вмещающие породы представлены сланцеватыми амфиболитами. Протяженность жил 1000-1300 м, мощность до 15-30 м, по падению они прослежены на 200-300 м без признаков выклинивания. Пегматиты состоят из кварца (30-40%), альбита (10-70%), сподумена (20-50%), микроклина (до 20%). Среднее содержание Li_2O 1.25%,

попутными компонентами являются Ta_2O_5 - 0.004%, Nb_2O_5 – 0.007%, BeO – 0.027%. На месторождении выделяется блок богатых сподуменовых руд с 2% Li_2O (4.5 млн.т).

Технология обогащения сподуменовых пегматитов изучена на опытно-промышленном уровне, получены концентраты: сподуменовый с 5.1% Li_2O при извлечении 90%, танталит-колумбитовый с 8.7% Ta_2O_5 и 30.4% Nb_2O_5 при извлечении 28% и 59%, соответственно; берилловый концентрат получен не был.

Разработка месторождения возможна открытым способом с производительностью карьера по руде 750 тыс.т, срок обеспеченности предприятия запасами 15 лет.Годовая продукция может составлять 107 тыс.т керамического сподумена, 2.6 тыс.т карбоната лития, 9 т пентафторида тантала и 21 т пентафторида ниобия.

Вороньетундровское месторождение (Васин-Мыльк)

Месторождение расположено в Ловозерском районе в 50 км северо-восточнее пос. Ловозеро и в 12 км к северо-западу от Полмостундровского месторождения. Район ненаселен и экономически неосвоен. На месторождении проведена детальная разведка и доразведка, пройдено 14877 $м^3$ горных выработок и пробурено 16621 п.м. скважин. Пегматитовые жилы разведаны с поверхности канавами через 20-25 м, местами через 10-12.5 м, на глубину – буровыми скважинами по сети 25х25 и 25х50 м. Пройдены опытные карьеры для отбора технологических проб.

Пегматитовые жилы залегают в амфиболитах и приурочены к трещинам СВ простирания, полого ($10\text{-}30^0$) падающим к юго-востоку. Месторождение представлено тремя жилами поллуцитсодержащих пегматитов, занимающими площадь 450х250 м. Их протяженность от 70 до 220 м, по падению прослежены на 140-350 м. Мощность жил от 3.0 до 5.4 м с раздувами до 14 м. Пегматиты сложены кварцем, альбитом, микроклином, клевеландитом, мусковитом, апатитом, турмалином; комплексное редкометальное оруденение представлено поллуцитом, танталитом, колумбитом, микролитом, стибиотанталитом, сподуменом, лепидолитом, бериллом. Средние содержания полезных компонентов составляют 1.03% Li_2O, 0.034% Ta_2O_5, 0.47% Cs_2O, 0.058% BeO. На месторождении выделены более богатые («поллуцитовые») руды с 1.68% Cs_2O, 0.064% Ta_2O_5, 1.47% Li_2O, 0.85% Rb; их запасы оценены в 120 тыс.т, возможна селективная добыча открытым способом. При обогащении руд получены следующие концентраты: поллуцитовый с 8.5-10.0% Cs_2O при извлечении 51-58%, сподуменовый с 4.5-5.5% Li_2O при извлечении около 70%, танталитовый с 30% Ta_2O_5

при извлечении 50% и берилловый с 5.5% BeO и извлечением 60%. Технико-экономическая оценка, выполненная Гиредметом в 1969 г., показала рентабельность разработки месторождения как при селективной добыче только «поллуцитовых» руд (33 тыс.т в год), так и при добыче комплексных руд (100 тыс. т в год).

При производительности открытой разработки месторождения 50 тыс.т руды годовой объем продукции составит: карбоната лития – 292 т, пентафторида тантала – 8.4 т, нитрата цезия – 193.7 т, цезия металлического – 25 т, рубидия металлического – 11.8 т, рубидийсодержащей слюды – 2.5 тыс.т.

Цирконий

Более 97% общемирового производства циркониевой продукции базируется на разработке комплексных титано-циркониевых прибрежно-морских россыпей (ильменит, циркон, рутил, монацит), менее 3% поступает в виде бадделеитового концентрата, главным образом, из комплекса Palabora. ПМР заключают также около 95% общемировых запасов циркония.

Среди прибрежно-морских россыпей выделяются пляжный, дюнный, шельфовый и дельтовый аллювиальный типы. В общем содержание циркона в песках варьирует от сотых долей до 8-10%, рудные тела имеют мощность от нескольких метров до нескольких десятков метров, протяженность в десятки – сотни км и ширину в десятки метров – десятки км. К крупнейшим россыпным месторождениям циркона относятся Richards Bay в ЮАР, Eneabba, WIM 150 в Австралии и некоторые другие.

В рудах известных коренных месторождений редкометальных щелочных гранитов присутствует циркон: месторождения Ghurayyah, Jabal Tawlah и др., Саудовская Аравия – до 1.2-3.7% ZrO_2, Thor Lake, Канада – 3.5% (или 4.7%). В месторождениях, связанных с агпаитовыми гранитами, главные минералы-концентраторы представлены цирконосиликатами (гиттинсит, эльпидит, катаплеит); в рудах месторождения Strange Lake (Канада) запасы ZrO_2 оценены в 1 млн.т при среднем содержании 3.25%, в месторождении Халдзан-Бурэгтей (Монголия) – 10 млн.т при 2.7%. Однако, в настоящее время эти месторождения не в состоянии конкурировать с цирконовыми россыпями, и их промышленное освоение, а тем более – использование для циркониевой продукции представляется делом далекого будущего.

Общие запасы циркония в странах дальнего зарубежья в 1996 г. оценивались в 52.2 млн.т ZrO_2, в том числе в россыпях – 51.07 млн.т (97.8%), в щелочно-

ультрамафитовых комплексах – 0.5 млн.т (1%), в агпаитовых нефелиновых сиенитах – 0.63 млн.т (1.2%).

Бесспорными лидерами по подтвержденным запасам циркона в песках являются Австралия и ЮАР:

- Австралия 14.4 млн.т ZrO_2 или 41.7% мировых запасов
- ЮАР 13.8 млн.т или 40.0%
- США 3.2 млн.т или 9.3%
- Индия 2.1 млн.т или 6.1%
- Бразилия 1.0 млн.т или 2.3%.

Общие подтвержденные запасы диоксида циркония в Австралии оценены в 29.9 млн.т, ЮАР – в 15.3 млн.т, США – в 3.6 млн.т. Эти страны являются и главными производителями цирконовых концентратов: в 1990-х Австралия ежегодно выпускала 400-600 тыс.т (45-60% общемировой продукции) и ЮАР – 150-250 тыс.т (15-33%). Доля Украины в производстве цирконовых концентратов в этот период составляла 7.3%.

Минерально-сырьевая база циркония б. СССР имела сходный характер и в своей основе состояла из комплексных ильменит-циркон-рутиловых (Малышевское) и ильменитовых (Иршинская группа) россыпей Украины. До распада СССР Верхнеднепровский ГМК на базе Малышевского месторождения производил ежегодно 42-50 тыс.т цирконового концентрата, обеспечивая вместе с Иршинским ГОКом потребности производства разнообразной циркониевой продукции (металлический цирконий и гафний, диоксид циркония нескольких марок, химикалии, лигатуры, порошки, полирующие пасты и пр.). В настоящее время производство цирконовых концентратов и многих видов циркониевой продукции оказалось вне России, а в РФ осталось лишь попутное получение бадделеитового концентрата (АО «Ковдорский ГОК») и выпуск металлического циркония на одном из заводов Минатомэнерго, работающим на привозном сырье (около 8 тыс.т украинского цирконового концентрата ежегодно). Вместе с тем оценка потребности России в цирконовых концентратах составляет [7] 20-30 тыс.т ZrO_2 в год в 2005 г и 50-75 тыс.т в 2015 г (т.е более 100 тыс.т цирконового концентрата). В связи с этим развитие и освоение собственной сырьевой базы циркония в России является весьма актуальной задачей.

Государственным балансом РФ на 1997 год учтены запасы циркония всего по 10 месторождениям, причем 4 из них отнесены к забалансовым. Около 70% балансовых запасов заключено в коренных рудах Ковдорского, Катугинского и Улуг-Танзекского

месторождений, из них на долю первого (эксплуатируемого) приходится лишь 12%. Катугинское и Улуг-Танзекское месторождения характеризуются низкими содержаниями в рудах оксида циркония (1.38% и 0.40%, соответственно) и неблагоприятным географо-экономическим положением; циркон в их рудах является попутным компонентом, что резко ограничивает размеры возможной продукции. В модели удовлетворения потребности РФ по цирконию на 2005 год на долю Катугинского месторождения приходится менее 10% общего объема концентратов; около 35% обеспечивается Ковдорским ГОКом (8-9 тыс.т ZrO_2), остальное – освоением россыпных месторождений в Западной Сибири и европейской части России.

Ковдорское месторождение комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых руд

Общая характеристика месторождения приведена в разделе «Железные руды», здесь же можно дополнительно указать, что ковдорский бадделеит содержит 94.5-97% ZrO_2 и 1-2.2% HfO_2, а рядовой бадделеитовый концентрат - 98-98.3% ZrO_2+HfO_2.

Объем производимого концентрата из комплексных руд вырос с 0.78 тыс.т в 1980 г. до 2.8-3.0 тыс.т в 1990-х; одновременно существенно повысилось извлечение бадделеита в концентрат (от 5.4% в 1985 до 24% в 1997).

В 1998-1999 гг. в связи с сокращением заказов на бадделеитовый концентрат АО «Ковдорский ГОК» приступило к производству химически чистого циркониевого продукта с 99.2-99.4% ZrO_2. Возможный объем ежегодных поставок продукции на внешний рынок 5-5.5 тыс.т [11]. Обеспеченность предприятия разведанными балансовыми запасами высокая – более 75 лет при проектной производительности (16млн.т руды) и свыше 150 лет при существующей (8 млн.т).

Активные запасы циркониевых руд СЗ округа РФ

ZrO_2 у.е/% к активным запасам РФ

Месторождение	ZrO, %	Балансовые запасы		Забалансов. запасы	Прогн. ресурсы P_1	Запасы $B+C_1$ на 1.01.2001	Производительность		
		$B + C_1$	C_2				1991 г	1996	Проект.

Мурманская область АО «Ковдорский ГОК» ***Разрабатываемые*** Ковдорское комплексное бадделеит-апатит-магнетитовые руды	0.16	1018 10.7	107			641.2	2.78 2.78	5.08 2.84	8.0
Ковдорское техногенное Хвосты ММС 1-го поля хвостохранилища	0.3-0.4	240 2.3				191.8		2.24	
Подготавливаемые к освоению Хвосты ММС 2-го поля хвостохранилища	0.25				300				
АО «Севредмет» *Резервные* Аллуайв (Чинглусуай) Эвдиалитовые луявриты	3.15			1594 15.2					18.0
Итого		1258	107	1594	300	833.0	2.78	5.08	26.0

Ковдорское техногенное месторождение

Ковдорское техногенное месторождение представлено лежалыми хвостами магнитной сепарации комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых руд, скопившимися за первые десятилетия работы Ковдорского ГОКа (до 1976 г). Оно включает 1-ое поле хвостохранилища с балансовыми запасами 68.2 млн.т материала со средними содержаниями ZrO_2 0.352% и P_2O_5 10.79%; резервом является 2-ое поле с прогнозными ресурсами около 120 млн.т хвостов, содержащих около 0.25% ZrO_2 и 6% P_2O_5.

Переработка хвостов магнитной сепарации была начата АО «Ковдорский ГОК» в 1992 г в связи с резким сокращением в начале 1990-х объема добычи комплексных руд

и падением спроса на ковдорский магнетитовый концентрат. Осуществленное в АО усовершенствование технологических схем производства бадделеитового (и апатитового) концентрата позволило повысить качество продукции до стандартов мирового рынка и успешно ее экспортировать. В создавшихся условиях освоение техногенного месторождения послужило главным фактором стабильного экономического состояния АО «Ковдорский ГОК».

В 1992-2001 гг объем переработки хвостов увеличился с 0.2 до 3.7 млн.т в год, а за период с 1990 до 2001 гг при сокращении производства магнетитового концентрата вдвое выпуск бадделеитового концентрата вырос с 2.7 до 6.5 тыс.т, в том числе 2.3 тыс.т из лежалых хвостов. Почти весь он, а также более половины производимого апатитового концентрата поступают на внешний рынок.

При планируемом годовом выпуске бадделеитового концентрата в размере 6.5 тыс.т и с учетом снижения спроса на ковдорский магнетит запасы техногенного месторождения обеспечат работу предприятия до 2011 г.

Аллуайвское (Чинглусуай) эвдиалитовое месторождение

Комплекс эвдиалитовых луявритов Ловозерского щелочного плутона привлек внимание как потенциальный источник циркониевого сырья еще в 1930-е годы. Интерес к нему вновь возник в конце 1970-х в связи с наметившимся в те годы в СССР дефицитом циркона, ростом спроса на иттрий и тяжелые лантаноиды, а также выявлением в разрезе комплекса плато Аллуайв лопаритовой вкрапленности. В 1985 г на участке Аллуайв были начаты поисково-оценочные работы, в 1989 г перешедшие в предварительную разведку, которая была закончена в 1992 г. Проведенными работами оконтурено три пластовых пологозалегающих тела мезо-меланократовых эвдиалитовых луявритов (эвдиалитовых руд), выходящих на поверхность и допускающих открытую разработку. Их мощности при бортовом содержании 2.5% ZrO_2 колеблются от 6 до 34 м, суммарные запасы C_1+C_2 577.6 млн.т, в том числе в контуре открытой отработки 50.6 млн.т при среднем содержании ZrO_2 3.15%, RE_2O_3 0.509%. Обогатимость эвдиалитовой руды изучена институтом Гиредмет, которым получен эвдиалитовый концентрат с содержанием эвдиалита 78.9% при извлечении 72.5%. В связи с низким содержанием диоксида циркония, необходимостью гидрометаллургического передела концентрата и отсутствием перспективы утилизации всех продуктов, запасы эвдиалитовых руд учтены как забалансовые, но месторождение рассматривается в качестве резервного на случай непредвиденного роста потребности в цирконии. АО

«Севредмет» считает возможным организацию разработки месторождения карьером производительностью по руде 1 млн.т с обеспеченностью запасами C_1+C_2 на срок 50 лет.

Дополнительным источником эвдиалитового концентрата может служить планируемый к освоению рудный пласт порфировидных лопаритовых ювитов, залегающий в приподошвенной части комплекса эвдиалитовых луявритов (см. раздел «Тантал, ниобий»). Лопаритовая руда содержит 8% эвдиалита, который извлекается в концентрат с 88.6% эвдиалита при извлечении 63% (ВИМС, Гиредмет). Предполагаемая мощность подземного рудника по разработке лопаритовых ювитов может составлять 500 тыс.т руды.

Ванадий

Минерально-сырьевая база мировой ванадиевой промышленности представлена, главным образом, месторождениями титаномагнетитовых руд в габбро-анортозитовых комплексах (Bushveld в ЮАР, Lac Dore в Канаде, Panzhihua в Китае и др.) и ванадийсодержащими нефтяными месторождениями (Венесуэла), суммарные запасы которых составляют почти 86%, а добыча – 83.2% общемировых. Из других промышленных типов месторождений наибольшее значение в запасах имеют ванадиевые руды в каменноугольных месторождениях (34% запасов ванадия КНР и 13.4% общемировых), в добыче – титаномагнетитовые ПМР (Новая Зеландия) – 10.8% и ураноносные песчаники Колорадо, США – 4%. Кроме того, промышленное значение могут иметь ванадийсодержащие фосфориты, бокситы, углистые сланцы.

Качество руд разрабатываемых месторождений характеризуется следующими цифрами. Среди титаномагнетитовых руд наиболее богаты бушвельдские (1.4-1.9%V_2O_5) и месторождения Lac Dore, Квебек (0.3-1.0% V_2O_5), руды месторождений Panzhihua (КНР), Windimurra (Австралия) содержат 0.4-0.5% V_2O_5, титаномагнетитовые пески Н.Зеландии – 0.3-0.4%. В вязких сортах нефти Венесуэлы содержится около 0.02% пентоксида ванадия, производимом из них нефтекоксе – 8%. Для других типов ванадийсодержащих руд указываются содержания в пределах 0.04-0.2%, иногда до 1%.

В мировом производстве ванадиевой продукции лидирует ЮАР (в 1985-94 гг годовая продукция составляла 25-31.5 тыс.т V_2O_5 в шлаках и концентратах, в 1998 г – 28 тыс.т), из остальных зарубежных стран наиболее значительное производство находится в Китае (8-10 тыс.т V_2O_5), США (около 7 тыс.т, включая переработку нефтекокса из Венесуэлы – 4-5 тыс.т пентоксида), Н.Зеландии (4 тыс.т). Общее

производство в 1990-х за рубежом колебалось около 50 тыс.т пентоксида ванадия; в 1998 г оно составило 43.7 тыс.т ванадия, из них 37% в ЮАР и 34% в КНР (Min Miner – 2000, 3 №28), в 2000 г – 46.0 тыс.т.

Главным поставщиком ванадийсодержащего сырья для металлургии СССР, а ныне – России является Свердловская область с АО «Качканарский ГОК», Первоуральским РУ и АО «Святогор».

АО «Качканарский ГОК», с 1963 г разрабатывающее Гусевогорское месторождение титаномагнетитовых руд, с годовой добычей руды 32-45 млн.т является крупнейшим в Европе среди подобных рудников и включает три карьера с обогатительными фабриками. Общие балансовые запасы V_2O_5 8.2 млн.т (4.5 млн.т ванадия), что соответствует 25% мировых ресурсов. Руды по содержанию ванадия бедные – 0.1-0.13% V_2O_5, он добывается как попутный компонент при переделе железо-ванадиевого концентрата (0.58% V_2O_5). В 1989-90 гг выпуск концентрата составлял 8.2 млн.т, ежегодная ванадиевая продукция – 14 тыс.т в пересчете на металл. В целом извлечение ванадия в конечные продукты низкое (не превышает 24-28%) из-за технологических потерь в шламах, хвостах МС и др.

Госбалансом РФ на 2001 г учтены запасы 19 разведанных месторождений ванадий-содержащих титаномагнетитовых, медно-железо-ванадиевых руд и бокситов, из них в 3 месторождениях запасы отнесены к забалансовым. Из этих 19 месторождений эксплуатируется 8, ванадий извлекается на 3.

В 2000 г продукция составила:

- Иксинское бокситовое месторождение - с бокситами добыто 0.6 тыс.т V_2O_5, не извлекался.
- Гусевогорское титаномагнетитовое - добыто с рудой 52.3 тыс.т V_2O_5, в концентрат извлечено 40.4 тыс.т.
- Первоуральское титаномагнетитовое - добыто с рудой 2.2 тыс.т, извлечено в концентрат 0.3 тыс.т
- Волковское медно-железо-ванадиевое - добыто с рудой 0.2 тыс.т, не извлекался.

Таким образом, в 2000 г АО «Качканарский ГОК» добыто в руде 94.6% российского ванадия и извлечено в концентрат 99.3%. По объему выпуска ванадиевой продукции Россия продолжает занимать второе место в мире вслед за ЮАР. Общая обеспеченность промышленности разведанными запасами превышает 100 лет, сырьевая база ванадия вполне обеспечивает потребности экономики. Однако, для

более полного удовлетворения потребностей внутреннего рынка и экспорта продукции целесообразны организация извлечения ванадия на глиноземных заводах, перерабатывающих бокситы СОБР и СУБР, разработка технологии и организация попутного извлечения его из нетрадиционных видов сырья (нефти, угля, черных сланцев и др.), освоение новых объектов с более богатыми, собственно ванадиевыми рудами. Примером последних являются месторождения Падминского рудного района (Средняя Падма и другие) в Республике Карелия.

Падминский рудный район

Падминский рудный район (Космозерско-Падминский рудный узел) расположен в северо-восточной части Онежского прогиба, сложенного вулканогенно-осадочными образованиями ятулия-людиковия. Характерной особенностью локализации оруденения является приуроченность его к узким (3-5 км) и протяженным (20-90 и

Активные запасы ванадия в СЗ округе РФ

руда/V_2O_5, тыс.т

Месторождение промышленный тип руд	Среднее содерж. V_2O_5, %	Балансовые запасы на 1.01.2001 г		Прогнозные ресурсы P_1	В % к общим активным запасам РФ	
		$B+C_1$	C_2		$B+C_1$	C_2
Республика Карелия ГП «Невскгеология» *Разведываемые*						
Средняя Падма роскоэллитовые в альбит-карбонат- слюдистых метасоматитах	2.78	2112 58.8	2478 48.9		0.76	0.88
Резервные			2620	1270		
Весеннее то же	2.75		72.0	35.0		
Верхняя Падма то же	2.32		565 13.1			5.1

Царевское то же	2.06		5020 103.4			
Космозеро то же	4.20		1410 59.3	238 10.0		
Всего Падминский рудный район	2.50	2112 58.8	12093 296.7	1508 45.0		5.98
Архангельская область АООТ «Североонежский бокситовый комбинат» Иксинское, всего бокситы в том числе:		237.6	-			-
Разрабатываемые Беловодская залежь, западная часть	0.06	70.7	-		-	-
Резервные Беловодская залежь		136.7	-		-	-
Евсюковская залежь		30.2	-		-	-
Республика Коми ОАО «Боксит Коми» Вежаю-Ворыквинское, всего бокситы в том числе:	0.04	49.7	0.9		-	-
Разрабатываемые - Центральная залежь	0.04	45.1	-		-	-
Резервные - Вежаю-Ворыквинская залежь		2.0	0.6		-	-
- Западная залежь		2.6	0.3		-	-
Верхне-Щугорское бокситы		25.4	1.1		-	-
Восточное бокситы		7.1	-		-	-
Всего, V_2O_5		1113.2	299.6	45.0	0.76	5.98

более км) зонам складчато-разрывных дислокаций (СРД) северо-западного простирания, прослеживающихся сейсморазведкой до глубин более 40 км. Они

разделены пологими синклиналями шириной 10-15 км. Бурением установлено шесть зон СРД в восточной части Онежского прогиба , по геолого-геофизическим данным предполагается наличие еще 5-6 зон в его западной части. Рудоносными являются Уницкая, Пигмозерская, Святухинско-Космозерская и Тамбицкая зоны СРД, общая оценка прогнозных ресурсов по которым составила по категории P_2 225 тыс.т V_2O_5. Отдельные рудные залежи и месторождения приурочены к ядрам и крыльям узких антиклинальных складок в центральных частях зон СРД и к узлам пересечения их поперечными разломами. Оруденение локализуется на участках объемного катаклаза и брекчирования вдоль крутопадающих послойных и пологих секущих нарушений в зонах интенсивных метасоматических преобразований, ведущих к формированию разнообразных, преимущественно карбонатно-слюдистых метасоматитов.

В пределах Падминского рудного района расположено пять месторождений уран-ванадиевых руд (Весеннее, Верхняя Падма, Космозеро, Средняя Падма, Царевское) и ряд перспективных рудопроявлений. Из них наиболее полно изучено месторождение Средняя Падма, являющееся наиболее вероятным объектом первоочередного промышленного освоения.

Месторождение Средняя Падма

Месторождение открыто в 1985 г как небольшой урановый объект. В 1986-1988 гг. при его оценке бурением в урановых рудах были установлены высокие концентрации ванадия, меди, молибдена и благородных металлов. Дальнейшее изучение показало, что основным рудным компонентом на Средней Падме (и других объектах Падминского рудного поля) является ванадий. В 1989-1993 гг на месторождении проведена предварительная разведка бурением с проходкой подземных горных выработок и выполнен подсчет запасов по категориям C_1 и C_2, утвержденных Комиссией по запасам концерна «Геологоразведка» в марте 1995 года. По заключению Комиссии месторождение Средняя Падма подготовлено для представления на конкурс в качестве объекта лицензирования для доразведки и освоения. Конкурс выиграло ГП «Невскгеология (январь 1999 г.), однако до настоящего времени право пользования месторождением не лицензировано. Тем не менее, доразведка его продолжается, сообщено о проходке в 2000 г. 155 м ствола шахты и 1220 м горизонтальных выработок на горизонте –74 м.

Месторождение Средняя Падма расположено в Медвежегорском районе Республики Карелия в 30 км севернее пос. Великая губа.

Месторождение локализовано в пределах Тамбинской зоны СРД, на юго-западном крыле Падминской антиклинали. Ядро складки сложено доломитами туломозерской свиты, крылья - вышележащими алевролитами, шунгитсодержащими и пестроцветными карбонатно-слюдистыми сланцами нижней подсвиты заонежской свиты. Примыкающая с запада синклиналь выполнена габбро-диабазами с маломощными горизонтами шунгито-глинистых сланцев. Антиклиналь имеет изоклинальную форму с крутым ($70\text{-}90^0$) падением крыльев. Ширина складки по подошве заонежской свиты составляет 300-400 м, высота – более 600 м.

Оруденение контролируется крутопадающей ($60\text{-}90^0$) на юго-запад зоной послойных срывов и сопряженных с ней многоярусных пологопадающих (от 0-10 до $25\text{-}30^0$) к северо-востоку зон отрыва, развитых в толще алевролитов и сланцев заонежской свиты. Вдоль рудоконтролирующих разрывных нарушений развиты зоны гидротермально-метасоматического изменения пород, имеющие зональное строение. Внешняя зона представлена безрудными альбититами, внутренняя – рудными карбонатно-слюдистыми метасоматитами. В центральных частях метасоматитов развиты кварц-карбонатные прожилки с ванадиевыми слюдами поздних генераций, вкрапленниками и прожилками урановых минералов и селенидно-благороднометальной минерализацией. Рудные тела имеют лентообразную в плане и клиновидную в разрезе форму и группируются в две рудные залежи: северо-западную (залежь 1) и юго-восточную (залежь 2). В целом продуктивная зона месторождения прослежена бурением на 2700 м при ширине от первых метров до 110 м. Всего выявлено 11 рудных тел.

Рудная залежь 1 (51.6% запасов) имеет в плане размеры 1300х20-110м и объединяет сближенные рудные тела 1, 2 и 3, залегающие на глубинах 50-190 м и разделенные забалансовыми рудами мощностью 5-50 м. Размеры рудных тел в плане 325-740х15-100 м, мощность 1.2-34.6 м, среднее содержание V_2O_5 от 1.2 до 7.4% (среднее 2.78%). Рудная залежь 2 прослежена на 1840 м при ширине 14-140 м, она объединяет 8 рудных тел (4, 4а, 4б, 4в, 5, 6, 6а, 6б), залегающих на глубине 105-360 м. Рудные тела разделены безрудными интервалами или забалансовыми рудами мощностью 5-80 м. Размеры тел 390-1170х15-100 м, мощность от 1.3 до 23.4 м, содержание V_2O_5 1.39-2.71%. Наиболее крупное рудное тело 4 содержит 22.8% запасов всего месторождения.

Руды месторождения Средняя Падма уран-ванадиевые с попутными молибденом, медью, золотом, платиной, палладием, серебром. Рудные минералы ванадия

представлены ванадиевым флогопитом, роскоэлитом и ванадийсодержащим гематитом, в окисленных рудах присутствуют ванадаты урана (карнотит, тюямунит), карелианит, ноланит, монтроезит и др. Оруденение вкрапленное, прожилково-вкрапленное, гнездовое, массивное. Содержание V_2O_5 в руде колеблется от 0.5-1% до 10-17%, составляя в среднем по месторождению 2.35%. Урановое оруденение развито в контурах ванадиевых руд и представлено вкрапленностью и прожилками уранинита, настурана, титанатов урана и вторичными силикатами, ванадатами. Среднее содержание урана 0.074%. Благороднометальная минерализация тесно ассоциирует с сульфидами и распределена в контурах рудных тел очень неравномерно, локализуясь в основном на участках развития кварцево-сульфидных и кварцево-селенидных прожилков. Содержания золота от 1 до 50-70 г/т фиксируется в интервалах мощностью 0.3-1.7 м, до 3-7 м. Их доля в общем объеме руды 3-5%, среднее содержание золота в ванадиевых рудах составляет 0.16 г/т. Золото самородное, образует мелкие (до 0.01 мм) зерна в массе роскоэлита и хромфенгита; в ассоциации с настураном, галенитом, пиритом, халькопиритом, гематитом и баритом встречается более крупное (до 1.5-2.5 мм) золото, характеризующееся высокой пробностью (Au 94-97%, Ag <5.5%, Cu < 1.2%, Fe < 1.2%). Среди элементов платиновой группы преобладает палладий (Pd/Pt в среднем около 20).Содержание палладия варьирует от 0.4-2 до 20-35 г/т на мощность 0.4-11.3 м, в четырех пробах достигая 75-420 г/т. Доля проб с содержанием более 1г/т составляет 4-6%, среднее в рудах – 0.29 г/т. Максимальные содержания платины 3-29 г/т, среднее в руде – 0.02 г/т. Минералы платиноидов представлены висмутидами (полярит, фрудит и др.), сульфоселенидами и сульфидами переменного состава, обычно в тесном срастании с селенидами свинца и висмута (клаусталит, парагуанахуатит, платинит). Их размеры от долей мм до 1-10 см. Среди селенидов присутствуют серебросодержащие (вейбуллит, богдановичит и др.); содержания серебра в пробах достигают 40-174 г/т.

В краевых частях тел ванадиевых руд и за их пределами в виде ореолов развита медно-молибденовая минерализация, представленная вкрапленностью и прожилками халькопирита, борнита, молибденита.

Запасы основных и попутных компонентов утверждены в следующих количествах:

Элементы подсчета	Запасы и содержания			
	Едини	C_1	C_2	C_1+C_2

	цы измер.	запасы	содер ж.	запасы	соде рж.	запасы	соде рж.
Руда	тыс.т	2111.8	-	2477.9	-	4589.7	-
V_2O_5	т / %	58767	2.78	48883	1.97	107650	2.35
U	т / %	1553	0.074	1513	0.061	3066	0.067
Mo	т / %	860	0.041	167	0.007	1027	0.022
Cu	т / %	1576	0.07	561	0.02	2137	0.04
Руда	тыс.т	-	-	4589.7	-	4589.7	-
Au	кг / г/т	-	-	729	0.16	729	0.16
Pt	кг / г/т	-	-	72	0.02	72	0.02
Pd	кг / г/т	-	-	1346	0.29	1346	0.29
Ag	кг / г/т	-	-	7427	1.62	7427	1.62

Технологические свойства руды изучены в лабораториях ВИМСа и ВНИИХТа. Для переработки руд предложены две схемы: гидрометаллургическая (автоклавное сернокислотное выщелачивание) с предварительным флотационным обогащением и химико-металлургическая с предварительным магнитно-флотационным обогащением руды с извлечением ванадия более 80%, урана –74% и ванадия – 92.5%, урана – 91%, соответственно. По первой схеме конечным продуктом является чистый, по второй – химически чистый пентоксид ванадия. Извлечение в сульфидный концентрат составляет: золота – 73%, палладия – 54%, серебра – 93%, меди – 95%, молибдена – 95%. Установлена возможность и эффективность применения повагонетной сортировки руд на РКС и покусковой сепарации руд. В рудах с содержанием урана более 0.1%, составляющих 17% общих запасов, заключено 72% запасов урана (среднее содержание 0.292%), золота – 68% (0.97 г/т), палладия – 55% (0.98 г/т), платины – 53% (0.05 г/т), серебра –43% (4.23 г/т), пентоксида ванадия – 25 % (3.53%).

Расчет основных технико-экономических показателей освоения показал предпочтительность подземной отработки месторождения с производительностью рудника 300 тыс.т сырой руды, обеспечивающей годовой выпуск химически чистого пентоксида ванадия в размере 5 тыс.т при сквозном извлечении 64.8%. Обеспеченность рудника запасами C_1+C_2 в этом случае составит 15 лет. Эксплуатация Средне-Падминского месторождения, расположенного в прибрежной части Онежского озера, требует предварительной оценки возможного воздействия на окружающую среду и разработки необходимых природоохранных мероприятий.

Другие месторождения Падминского рудного района в целом аналогичны Средне-Падминскому, и для них приводится общая краткая характеристика.

Месторождения обнаружены как урановые объекты в 1986 г, за исключением Космозера (открыто в 1979 г); их переоценка как ванадиевых произведена в ходе поисково-оценочных работ в 1988-1991 гг бурением по сети 100-200х50-100 м. По результатам этих работ произведен подсчет запасов категории C_2 и на двух месторождениях – ресурсов P_1. Месторождения расположены в пределах Тамбицкой и Святухинско-Космозерской зон СРД и приурочены к замковым частям или крутопадающим крыльям антиклинальных структур. Рудные залежи имеют стратиформный характер и лентообразную или линзовидную форму; их размеры варьируют в достаточно широких пределах: по простиранию от 400 до 1400 м (изредка 100-300 м), ширина от 30 до 250 м, мощность от 3 до 20 м. Глубина залегания рудных тел составляет от 5 до 500 м, в том числе на трех месторождениях -- более 100м, и только на Верхней Падме максимальная глубина не превышает 140 м, т.е. рудные тела доступны для открытой отработки. Месторождения Верхняя Падма и Царевское характеризуются наличием двух рудных залежей, Космозеро – четырех, а Весеннее – пяти. Средние содержания V_2O_5 по рудным залежам варьируют в пределах от 1.25 до 5.36%, преобладающие – от 2.0 до 3.8%. Наиболее богатые руды встречены в рудной залежи 4 месторождения Космозеро: 5.36% V_2O_5, 1.46% Cu, 0.178% Mo, 0.25 ppm Au, 0.36 ppm Pd, 2.6 ppm Ag. Размеры залежи в плане 700х27 м, мощность 2.9 м. Одно из рудных подсечений дало среднее содержание 7.72% V_2O_5 на интервал 12.1 м.

Главным рудным минералом ванадия служит роскоэлит, на долю которого приходится около 90% V_2O_5. Его химическая формула – $KV_2[(OH)_2AlSi_3O_{10}]$, в роскоэлитах Падминского района определены:18.3-21.3% V_2O_5, 45.9-50% SiO_2, 9.7-12.2% Al_2O_3, 7.5-9.9% MgO, 7.1-10.4% K_2O. Другие минералы ванадия, имеющие второстепенное значение, включают V-цинкохромит (12.8-19.4% V_2O_5, 22.2-22.3% Zn, 27.0-34.2% Cr_2O_3), V-гематит (26.1-26.4% V_2O_5) и более поздние карелианит V_2O_3 (98.7-98.9% V_2O_5) и монтрозеит (V,Fe)O(OH) с 74% V_2O_5.

Ниже приводятся запасы по категории C_2 и средние содержания попутных компонентов в рудах месторождений Падминского рудного района.

запасы/содержание т/%; для благородных металлов кг/ г/т

Месторождение	Запасы руды тыс.т	Mo	Cu	Pd	Pt	Au	Ag
Весеннее	2620	1308 0.05	1308 0.05	549 0.21	52 0.0	47 1	8 90

					2	0.18	0.34
Верхняя Падма	565	1674 0.296	2900 0.513	100 0.18	-	119 0.21	567 1.00
Космозеро	1410	1885 0.134	11900 0.844	499 0.36	56 0.04	332 0.24	2569 1.82
Царевское	5020	3293 0.066	12100 0.241	1209 0.24	-	215 0.04	2118 0.42

Для месторождений Весеннее, Верхняя Падма, Космозерское и Царевское не производились технико-экономические расчеты целесообразности дальнейших разведочных работ, однако полная аналогия по запасам и качеству руд, горно-техническим и гидрогеологическим условиям разработки с месторождением Средняя Падма позволяет с большой вероятностью рассматривать их в качестве резервной базы для планирующегося горнодобывающего предприятия, что увеличивает срок обеспеченности его запасами до 47 лет.

Отнесение запасов ванадия, являющегося попутным компонентом в бокситовых рудах месторождений Северо-Онежского и Средне-Тиманского районов, к активным в большой степени условно, поскольку при переработке бокситов СОБР на глинозем на АО «Бокситогорский глинозем» ванадий не извлекался и не извлекается в настоящее время, хотя промышленная технология разработана. Разработка Вежаю-Ворыквинского бокситового месторождения началась недавно, поставка бокситов будет производиться, вероятно, на Уральский АЗ, где производство попутного ванадия также не организовано. Таким образом, при существующем положении вещей запасы ванадия в бокситах Северо-Западного округа должны быть отнесены к неактивным, но в данном случае нами отдано предпочтение наиболее оптимистической оценке перспективы.

Тантал

Основу минерально-сырьевой базы тантала в мире составляют гранитные пегматиты с корами выветривания и связанными с ними россыпями и оловоносные россыпи - продукты размыва гранитов и пегматитов; месторождения, связанные с

редкометальными кислыми и щелочными гранитами, разрабатываются только в КНР и б. СССР. При этом товарной продукцией добывающих предприятий являются высококачественные (40-60% Ta_2O_5) собственно танталовые (танталитовые, микролитовые и т.п.) концентраты и танталоносные оловянные шлаки (2-10% и более Ta_2O_5). Роль колумбитовых концентратов, доминировавших в мировой Ta-Nb продукции до начала 1960-х годов, в настоящее время не превышает десятых долей процента; месторождения уранпирохлоровых (гатчеттолитовых) руд пока не рассматриваются в качестве перспективных для освоения.

Подтвержденные запасы тантала в мире составляют 204 тыс.т, большая часть их распределена между Бразилией (38%), Австралией (27%), Китаем (7%) и Канадой (6%). Производство минеральных концентратов в 1998 году составило в пересчете на Ta_2O_5 1062 т, в 2000 г оно выросло до 1177 т. В оловянных шлаках в 1998 г. было получено 273 т Ta_2O_5, в 2000 г – 327 т. В целом мировая продукция первичного тантала в 2000 году, включая поставки Центра стратегических запасов США и продажи компаний не-членов TIC, составила 1940 т и вторичное сырье – 679 т.

В последнее десятилетие (с 1993 г) спрос на тантал в промышленно развитых странах начал резко расти в связи с увеличением производства танталовых электроконденсаторов (ТЭКов), широко используемых в персональных системах связи и новых системах ПК. В первое время мировой рынок балансировался за счет складских запасов (около 4 тыс.т тантала в начале 1990-х), но с середины 2000 г. начался быстрый рост цен на танталовые концентраты. Танталовый бум на мировом рынке вызвал развитие производства на действующих добывающих предприятиях, возобновление добычи на ранее законсервированных рудниках и интенсификацию поисково-разведочных работ на перспективных танталоносных пегматитах[55, 79].

Так, крупнейший мировой продуцент танталовых концентратов Sons of Gwalia (Западная Австралия), разрабатывающий пегматитовые месторождения Greenbushes и Wogina, в 2001 году увеличил годовой выпуск продукции до 715 т в расчете на Ta_2O_5 (почти в 2.5 раза от уровня 1999) и планирует дальнейший рост до 1360 т в 2003-2004 годах (еще почти в 2 раза).

Возобновляется выпуск танталовой продукции рудниками Kamativi (Зимбабве), разрабатывающим пегматитовое месторождение Bikita, Morrua (Мозамбик), Tantalite Valley (Намибия). Планируется освоение ряда пегматитовых месторождений: Bald Hill (Зап.Австралия), Mibra (Бразилия), месторождений олово-редкометальных гранитов: Abu Dabbab (Египет), Nanping (Китай). Резко активизированы поисково-разведочные

работы на редкометальных пегматитах в Западной Австралии (Brinneringie, Cattlin Creek), Канаде, провинция Онтарио (Pakeagama Lake, Lilypad Lakes), Финляндии (Rosendal), Испании и др. Эти объекты характеризуются запасами танталовых руд в размере 350-500 тыс.т, редко до 800 тыс.т при концентрациях Ta_2O_5 в пределах 0.026-0.052% и планируемым выпуском концентратов в размере 50-100 т в пересчете на пентоксид тантала.

В бывшем СССР танталовое минеральное сырье было представлено, в основном, лопаритовыми концентратами Ловозерского месторождения (более 60% общесоюзной танталовой продукции), в меньшей степени - микролит-танталитовыми из месторождений редкометальных пегматитов Калбы (Вост.Казахстан), Липовый Лог (Урал), Завитинского (Забайкалье) и кислых гранитов Орловского (Забайкалье). В последнее время отработка месторождений Орловского, Завитинского и Липовый Лог прекращена в связи с нерентабельностью, а производство лопарита (АО «Севредмет») резко сокращено вследствие сокращения спроса и выбытия мощностей перерабатывающего химико-металлургического предприятия «Силмет» в Силламяэ (Эстония). Продукция единственного российского аналогичного предприятия (АО «Соликамский МЗ») из-за удорожания и сокращения спроса со стороны российского ВПК не находит сбыта внутри России и практически полностью экспортируется.

Современная МСБ тантала России включает 11 месторождений с активными запасами: два комплексных (Ловозерское и Катугинское), 6 пегматитовых и три олово-танталовых в кислых гранитах (Орловское, Этыкинское, Ачиканский участок). Учитываемые пока еще Госбалансом РФ запасы гатчеттолитовых руд в карбонатитовых массивах и бедных танталовых и комплексных руд в пегматитах и щелочных метасоматитах (Улуг-Танзекское месторождение) - всего 8 месторождений - при переоценке отнесены к объектам с неактивными запасами. В целом российские источники танталового сырья отличаются невысокими концентрациями пентоксида в рудах (до 0.02%) при значительных размерах ряда месторождений. В структуре запасов резко преобладают комплексные Nb-Ta руды с РЗМ, Ti, Zr и др. Ловозерского лопаритового и Катугинского пирохлорового месторождений (почти 70% активных запасов) с содержаниями Ta_2O_5 0.019-0.020% и отношением Nb_2O_5/Ta_2O_5 около 12-14/1. Собственно танталовые руды месторождений редкометальных кислых гранитов характеризуются содержанием пентоксида тантала около 0.013%, редкометальных пегматитов - от 0.011 до 0.02%, и только в одном небольшом по масштабе

Вороньетундровском месторождении оно возрастает до мирового уровня (0.03% Ta_2O_5).

Ловозерское месторождение лопаритовых руд попрежнему остается одним из важнейших источников танталового сырья не только в России, но и в мире; в нем заключена почти 1/3 активных запасов тантала РФ.

К 1990-91 гг АО «Севредмет» была достигнута производительность по лопаритовому концентрату в размере около 26 тыс.т, она сохранялась до 1993 г. Производственные мощности предприятия и обеспеченность их разведанными

Активные запасы танталовых руд СЗ округа РФ

Ta_2O_5, у.е.

Месторождение Тип руд	Среднее содерж. Ta_2O_5, %	Балансовые запасы на 01.01.2001 г		В % к активным запасам РФ	Забалансовые запасы
		$A+B+C_1$	C_2		
Мурманская область АО «Севредмет» Ловозерское месторождение лопаритовые руды *Разрабатываемые* Карнасурт	0.025	2968	3184	2.68	47
в том числе: горизонт 11-4	0.029	1342	1938		40
горизонт 1-4	0.022	1626	1246		7
Кедыквырпахк	0.034	2740	3748	1.97	675
в том числе: горизонт 11-4	0.040	1748	2530		675
горизонт 1-4	0.022	992	1218		-
Умбозеро, 1 шахтное поле	0.014	14275	14222	9.74	124
в том числе: горизонт 111-10	0.012	8665	1418		-
горизонт 111-14	0.017	5610	5424		124
горизонт 1У-2	0.018	-	7380		-
Резервные Умбозеро, 11 шахтное поле	0.014	14058	31956	15.34	37
в том числе : горизонт 111-10	0.012	8112	11832		-
горизонт 111-14	0.017	5946	7944		37
горизонт 1У-1	0.017	-	5916		-
горизонт 1У-2	0.018	-	6264		-
Аллуайв					

порфировидные ювиты	0.030	873	3132	1.34	1030
Итого Ловозерское месторождение	0.015	34914	56242	31.07	1913
Госрезерв Вороньетундровское сподумен-микроклин-альбитовые пегматиты с поллуцитом, танталатами, бериллом	0.034	200		0.07	26
Колмозерское альбит-сподуменовые пегматиты с попутным колумбитом, танталитом	0.0091	5874	771	1.96	158
Полмостундровское альбит-сподуменовые пегматиты с попутным танталитом	0.0039	458	662	0.15	
ВСЕГО		**41446**	**57675**	**33.25**	**2097**

запасами обеспечивали планировавшийся ранее рост производительности к 2000 г. примерно в три раза на базе действующих рудников с вовлечением в эксплуатацию 11 шахтного поля Умбозерского месторождения. Однако, в связи с кризисом российской экономики произошло резкое сокращение потребности в лопаритовом концентрате, и в период 1993-94 гг. предприятия АО «Севредмет» были практически остановлены. С апреля 1995 возобновилась добыча руды рудником Карнасурт, и с этого времени наблюдается постепенный выход предприятия из депрессии. В 1996 г выпуск концентрата составил 7190 т (45 т в расчете на Ta_2O_5), в 2000 – 9768 т (60 т). Максимальная производительность по концентрату, планируемая АО «Севредмет» (27 тыс.т) обеспечивается разведанными балансовыми запасами лопаритовых руд разрабатываемых месторождений на сроки 40-55 лет, запасами C_1+C_2 лопаритовых ювитов – на 26.7 лет. Как указывалось, выпуск лопаритового концентрата сдерживается ограниченными мощностями перерабатывающего предприятия (АО «Соликамский МЗ»), однако сообщается [47] о создании Минатомом нового производства по переработке лопаритового концентрата на ОАО "Чепецкий механический завод", в связи с чем объемы производства АО «Севредмет» будут уточняться.

Перспективы освоения танталитовых руд в пегматитах зоны Колмозеро-Воронья представляются достаточно призрачными в связи с незначительными запасами Вороньетундровского месторождения. В более крупных объектах (Колмозерское и

Полмостундровское месторождения) тантал может производиться только как бипродукт добычи сподумена. Единственная реальная возможность – мелкомасштабная разработка Вороньетундровского месторождения вахтовым методом.

Ловозерское месторождение лопаритовых руд

Ловозерское месторождение пространственно связано с одноименным щелочным плутоном, расположенным в центральной части Кольского полуострова (Мурманская область) между озерами Умбозеро и Ловозеро. Массив отчетливо выражен в современном рельефе, занимая горный массив Луяврурт, в северных предгорьях которого находятся поселки Ловозеро и Ревда.

Ловозерский массив сложен нефелиновыми сиенитами, среди которых преобладают разнообразные луявриты и фойяиты, сформирован в среднем палеозое (360-380 млн.лет) и представлен, в основном, двумя плутоническими комплексами пород: дифференцированным и эвдиалитовых луявритов. Последний образует пластообразное пологонаклонное к востоку тело общей площадью около 270 км^2, имеющее мощность не более 800-1000 м. Дифференцированный комплекс подстилает эвдиалитовые луявриты, слагая нижнюю глубинную часть Ловозерского массива. Буровыми скважинами он вскрыт на мощность более 2.3 км, по геофизическим данным она превышает 5 км. Особенностью строения этого комплекса является его тонкая расслоенность, выражающаяся в многократном чередовании слоев фойяитов, уртитов и луявритов, имеющих поразительную выдержанность: при мощности в несколько сантиметров они прослеживаются на десятки километров, иногда по всему периметру массива. До глубины 1500 м в составе дифференцированного комплекса выделены 4 серии, состоящие из ритмически чередующихся трех- или двучленных пачек. В разрезе комплекса фиксируется более 40 маркирующих горизонтов уртитов, ювитов, малиньитов, рудных луявритов.

Ловозерское месторождение представлено вкрапленными лопаритовыми рудами, локализованными в горизонтах уртитов, фойяитов, малиньитов и луявритов дифференцированного комплекса, а также горизонте порфировидных ювитов, залегающем в низах комплекса эвдиалитовых луявритов. Из почти 40 лопарит-содержащих горизонтов к рудным могут быть отнесены 17, имеющих промышленное или близкое к промышленному значение, в том числе 8 промышленных горизонтов. Последние включают уртитовый горизонт 1-4, малиньитовый 11-4, преимущественно фойяит (ювит)-луявритовые горизонты 111-10, 111-14, 1У-2, 1У-3, горизонты апатит-

лопаритовых уртитов 11-7, 1У-1 и горизонт порфировидных лопаритовых ювитов. В настоящее время эксплуатируются горизонты 1-4, 11-4 (рудник Карнасурт) и горизонты 111-10, 111-14, на запасах которых базируется Умбозерский рудник.

Горизонт 1-4 прослежен по всему периметру Ловозерского массива и залегает с падением к его центру под углом 6-10^0. Средняя мощность в разведанной части 1 метр, на глубоких горизонтах уменьшается до 0.87м (Карнасурт). Среднее содержание лопарита в горизонте на участке Карнасурт 3.175%, на участке Кедыквырпахк - 3.68%. Горизонт отрабатывается подземным рудником на участке Карнасурт, запасы руды участков Кедыквырпахк и Аллуайв находятся в резерве.

Горизонт 11-4 (малиньитовый) прослежен по всему периметру массива при центриклинальном падении под углами 7-25^0. Средняя мощность собственно рудного горизонта 0.6-0.7 м, однако все расчеты ведутся на минимальную выемочную мощность 1 м. Среднее содержание лопарита на участках Карнасурт и Кедыквырпахк составляет 4.909 и 5.72%, соответственно. Горизонт разрабатывается на обоих участках.

Горизонты 1-4 и 11-4 разведаны по падению на расстояние до 2 км.

Горизонт 111-10 прослежен в пределах Умбозерского участка на 30 км при варьирующей мощности от 0.46 до 9.8 м. Средняя мощность на 1 шахтном поле 5.6 м, на 11 шахтном поле – 6.6 м. Среднее содержание лопарита 2.01% при колебаниях в пределах 1.67 – 2.11%. Руды горизонта 111-10 начали эксплуатироваться Умбозерским рудником с 1989 г, в перспективных планах этому горизонту придавалось большое значение:его разработка должна была обеспечить до 30% суммарной продукции лопарита Ловозерского ГОКа.

Горизонт 111-14 является основным рудным горизонтом Умбозерского участка, на его запасах базировалось строительство одноименного горно-обогатительного комплекса. Горизонт прослежен по всему участку при мощности 1.63-2.77 м (средняя 2.4 м). Падение к центру массива под углом 17^0, в головной части - 27^0. По падению разведан до 700 м.Содержание лопарита в рудах колеблется от 2.84 до 3.26%, среднее – 3.02%. Руды горизонта 111-14 разрабатываются подземным Умбозерским рудником на 1 шахтном поле, его запасы по 11 шахтному полю поставлены на баланс как резервные.

Усредненные данные по другим промышленным или субпромышленным рудным горизонтам сведены в таблицу:

Рудный горизонт	Ср.мощность, м	Угол падения	Ср.содержание лопарита, %	Сопутствующие минералы,их содержание,%
11-7	1.6-2.5	10^0	2.24-2.68	апатит, около 10%
1У-1	2.0	17^0	2.32-3.12	апатит, до 5%
1У-2	1.42	16^0	3.37	ильменит, 0.6-0.9%
1У-3	4.86-5.55	16^0	2.36	ильменит, 0.4-0.7%
порфировидные ювиты	2.0-2.5	$3\text{-}17^0$	3.64	эвдиалит, 4-10%

В результате выполненной в 1998 г геолого-экономической переоценки месторождений [88] был сделан вывод о рентабельности отработки руд с содержанием лопарита не ниже 3% (горизонты 11-4, 1-4,111-14, 1У-2, порфировидные ювиты); условно рентабельными были признаны горизонты 11-7, 111-7_1, 111-10, 1У-1, 1У-3, 1У-4 (при минимально промышленном содержании лопарита 2.57%).

С другой стороны, попрежнему привлекательным остается представление о возможной совместной открытой разработке группы сближенных горизонтов 111 серии (от 111-7_1 до 111-12), заключающих около 70% суммарных запасов лопарита этой серии [116]. Суммарная мощность указанных горизонтов в пределах Умбозерского участка 14-21 м на толщу общей мощностью 50-63 м, в том числе на 11 шахтном поле - 21 м на 50 м.

Главным и единственным извлекаемым в настоящее время рудным минералом лопаритовых руд является лопарит. Этот минерал представляет собой обогащенную Nb и РЗМ разновидность перовскита и имеет химическую формулу $(Ce,Na,Ca)_2(Ti,Nb)_2O_6$. Лопарит, образующий промышленные концентрации только в Ловозерском массиве, представляет собой комплексной сырье ниобия и тантала, лантаноидов, титана, стронция и тория, окислы которых в сумме превышают 85%; кроме них существенными компонентами лопарита являются Na_2O (8.12%) и CaO (3.66%). Средние концентрации рудных компонентов в лопарите колеблются в пределах: Nb_2O_5 6.5-12%, Ta_2O_5 0.54-0.81%, RE_2O_3 26.34-36.8%, TiO_2 37.35-41.0%, SrO 0.72-3.57%, ThO_2 0.43-0.85%. Установлено отчетливое изменение состава лопарита при переходе от эвдиалитового комплекса к дифференцированному и при движении вниз по разрезу последнего. Это выражается в последовательном снижении содержаний ниобия,

тантала и стронция при одновременном росте концентраций лантаноидов и, отчасти, титана.

Лопаритовые руды являются легкообогатимыми, освоенная промышленная технологическая схема обеспечивает получение кондиционного концентрата (95-98.8% лопарита) с извлечением лопарита в концентрат 73-84%. Продукты последующего химико-металлургического передела концентрата включают пигментный диоксид титана, тетрафторид титана (перерабатываемый на титановую губку), пентафториды тантала и ниобия, концентрат фторидов РЗМ. Производство металлического тантала в СССР было полностью сосредоточено на Ульбинском металлургическом заводе (гор.Усть-Каменогорск); в настоящее время в России подобные предприятия не существуют. Стронций и торий из лопаритового концентрата пока не извлекаются в связи с отсутствием спроса. Прямое извлечение ниобия и тантала из руды в товарные продукты превышает 50%, редких земель – 70

Ниобий

Основным геолого-промышленным типом ниобиевых месторождений зарубежных стран являются пирохлоровые карбонатиты и их коры выветривания (92% мировых запасов и 96% добычи), роль редкометальных гранитов, пегматитов, их кор выветривания и россыпей незначительна (7% и 4%, соответственно).Составляющие основу минерально-сырьевой базы ниобия пирохлоровые месторождения в корах выветривания карбонатитов не только обладают колоссальными запасами, но и отличаются от месторождений других типов значительно более высокими содержаниями Nb_2O_5 – до 2.3-2.8%. Технологические схемы обогащения этих руд и передела пирохлоровых концентратов, позволяющие осуществлять непосредственное производство феррониобия, полностью освоены промышленностью. Ниобиевая товарная продукция, поступающая на мировой рынок, более чем на 99% представлена пирохлоровыми концентратами с 60% Nb_2O_5, около 1% - колумбитовыми (минимум 65% Nb_2O_5+Ta_2O_5 при соотношении 8-10:1) и незначительными количествами танталитовых концентратов, содержащих около 20% Nb_2O_5, и тантал-ниобий-содержащих оловянных шлаков (до 8-10% Nb_2O_5).

Крупнейшие в мире месторождения в корах выветривания карбонатитовых массивов (Araxa и Catalao в Бразилии) разрабатываются карьерами; месторождение Niobec в коренных карбонатитах массива St Honore (Канада) отрабатывается подземным способом. Эти три главных продуцента пирохлоровых концентратов уже в

течение нескольких десятилетий обеспечивают поставки на мировой рынок 96-99% ниобиевой продукции (20-29 тыс.т Nb_2O_5), в том числе СВММ на месторождении Araxa производит не менее 73% мировой ниобиевой продукции. Все три предприятия выполняют переработку почти всего пирохлорового концентрата на феррониобий.

Мировая МСБ ниобия располагает достаточным резервом на случай непредвиденного роста потребности в продукции, включающим ряд аналогичных месторождений пирохлоровых руд в корах выветривания карбонатитов (Seis Lagos в Бразилии, Mabounie в Габоне, Luesh в Заире и Mount Weld в Австралии).

Россия, как и ранее СССР, формально располагает крупными запасами ниобия, занимая вслед за Бразилией второе место в мире, однако минерально-сырьевая база РФ характеризуется резким преобладанием бедных ниобиевых руд (среднее содержание в балансовых рудах 0.175% Nb_2O_5). Другим существенным недостатком МСБ ниобия России является то, что более 50% балансовых запасов заключено в комплексных рудах Ловозерского, Катугинского, Улуг-Танзекского и других более мелких месторождений, из которых извлекается технический пентоксид ниобия, имеющий в настоящее время ограниченный спрос. Источником феррониобия в мире служат пирохлоровые концентраты карбонатитовых месторождений, которые в России до сих пор не освоены. В РФ (и ранее в СССР) главным видом сырья для ниобиевой продукции был и остается до сих пор лопаритовый концентрат, производимый АО «Севредмет» (90% общероссийского Nb в концентрате). Производство феррониобия из лопарита требует значительно больших затрат и не выдерживает конкуренции с его выпуском из пирохлорового концентрата.

В связи с этим в последние годы в России предпринимаются попытки реструктуризации минерально-сырьевой базы ниобия с упором на относительно богатые (около 1% пентоксида) собственно пирохлоровые руды, главным образом, кор выветривания карбонатитовых комплексов. В ходе геолого-экономической переоценки 1998г роль месторождений комплексных руд в общем балансе активных запасов несколько снизилась – после исключения Улуг-Танзекского месторождения остались Ловозерское и Катугинское крупные месторождения (в сумме около 60% активных запасов ниобия РФ), профилирующим компонентом которых является тантал; по этой причине в модели-2005 обеспечения России ниобиевым сырьем на долю этих месторождений приходится уже менее 50%, а в дальнейшем, к 2015г, с вводом в эксплуатацию новых объектов роль комплексных руд еще понизится. Остальная часть активных запасов заключена в пирохлоровых рудах, наибольшие запасы которых

сосредоточены в корах выветривания карбонатитов Белозиминского месторождения в Иркутской области (более 30% общероссийских). Рядовые руды содержат 0.55% Nb_2O_5, для первоочередной отработки выделены сравнительно небольшие участки Ягодный и Основной с 1.1-1.5% Nb_2O_5 и запасами, составляющими 0.4-1% общих активных запасов РФ. С корами выветривания карбонатитов связаны также Татарское (0.7% Nb_2O_5) и Чуктуконское (1.16% Nb_2O_5) месторождения в Красноярском крае. В 19 км от Белозиминского расположено Большетагнинское месторождение, к микроклинитам и слюдистым метасоматитам которого приурочено пирохлоровое оруденение (1.05% Nb_2O_5) с ресурсами C_2+P_1, составляющими более 4.2% общероссийских.

К первоочередным объектам освоения относятся участок Ягодный Белозиминского месторождения и Главная рудная зона Татарского месторождения, разработка которых, по мнению Л.З.Быховского и др. [7], позволит уже в 2005г производить почти 1200 т Nb_2O_5 в пирохлоровом концентрате, пригодном для прямой переработки на феррониобий. В последующем (к 2015г) намечено вовлечение в эксплуатацию Основного участка и Большетагнинского месторождения с ростом общего выпуска в расчете на Nb_2O_5 до 10 тыс. т и подготовка к освоению Чуктуконского месторождения. Наконец, в пределах уникального по размерам и концентрациям ряда редких металлов, в том числе ниобия, Томторского месторождения возможна пока в небольших объемах добыча руд Верхнего рудного горизонта, содержащих в среднем 8.2% Nb_2O_5, на участке Буранный. Месторождение находится в крайне неблагоприятных географо-экономических условиях, что резко ограничивает возможности его промышленного освоения.

До 1994 г, кроме лопаритового концентрата, ниобиевая продукция России включала пирохлоровые концентраты, в небольшом объеме производившиеся Вишневогорским РУ, ныне законсервированным, из убогих руд (0.1-0.12% Nb_2O_5) и цехом Орловского ГОКа из россыпи Ягодного участка (опытно-производственная добыча). Переработка этих концентратов и технического пентоксида из СМЗ осуществлялась на Ключевском ферросплавном заводе. Потребление продукции в РФ составляло в пересчете на пентоксид в 1991 около 2000 т, в 1995 - 100 т, в 1998 - около 200 т. По данным АО «Соликамский МЗ», в 1995-97 гг ежегодно вывозилось 500-600 т Nb_2O_5.

К 2005 году прогнозируется рост потребления ниобиевой продукции внутри страны до 2000-3000 т Nb_2O_5.

Ловозерское месторождение лопаритовых руд

Пентафторид ниобия, в дальнейшем перерабатываемый в технический пентоксид, является одним из главных продуктов добычи лопаритовых руд и передела лопаритового концентрата. Ловозерское месторождение заключает 18% общероссийских балансовых запасов Nb_2O_5 и до сих пор представляет собой единственного отечественного поставщика ниобиевого сырья в России. Характеристика месторождения приведена в разделе «Тантал».

Месторождение пирохлоровых карбонатитов Неске-Вара

Месторождение Неске-Вара пространственно и генетически связано с массивом щелочных ультрамафитов, фоидолитов и карбонатитов Вуориярви, имеющим среднепалеозойский возраст (360-380 млн.лет) и расположенным в Северной Карелии (Мурманская область), в 28 км южнее станции Алакуртти Окт.ж.д.

Впервые карбонатиты, образующие многочисленные жилы в восточной части массива, опоисковывались на пирохлоровую минерализацию еще в 1950-х, но на современном уровне поисковые работы были выполнены в 1974-1979 гг. В целом пирохлоровые руды в карбонатитах участка Неске-Вара оказались бедными по

Активные запасы ниобиевых руд в СЗ округе РФ

Nb_2O_5, у.е.

В % к активным запасам РФ	Средн. содерж. Nb_2O_5, %	Балансовые запасы на 01.01.2001 г		Забалансовые запасы	Прогнозные ресурсы P_1	В % к активным запасам РФ
		$A+B+C_1$	C_2			

Мурманская область АО «Севредмет» Ловозерское лопаритовые руды *Разрабатываемые* Карнасурт, Кедыквыр пахк (1-4, 11-4), Умбозеро 1 ШП (111-10, 111-14, 1V-2)	0.204	257.7	245.1	10.7		13.56
Резервные Умбозеро 11 ШП (111-10, 111-14, 1V-2), Аллуайв (ювиты)	0.178	187.6	440.2	14.2		15.48
Госрезерв Неске-Ваара пирохлоровые карбонатиты	Nb_2O_5 0.525 Ta_2O_5 0.018	7.48			29.4	0.17
Всего		**1138.08**		**36.4**	**29.4**	**29.21**

содержанию ниобия (среднее содержание 0.24% Nb_2O_5), но в процессе работ были выявлены небольшие по размерам рудные тела относительно богатых пирохлоровых руд. В 1985-89 гг на этих телах проведены поисково-оценочные работы и предварительная разведка.

В пределах Главной рудной зоны участка Неске-Вара обнаружено не менее 10 тел богатых пирохлоровых руд, из которых четыре достаточно полно изучены. Три рудных тела локализованы в зоне субширотного разлома и представлены линейно вытянутыми жилообразными залежами с крутым (углы 50-90^0) падением к югу и восточным склонением. Границы тел нерезкие, по периферии происходит постепенный переход к рядовым рудам; по бортовому содержанию 0.5% Nb_2O_5 их размеры составляют от 220х5-12 м до 70х3-5 м.

Рудные тела сложены магнетитовыми породами с кальцитом, апатитом, форстеритом, окруженными карбонатитами или содержащими их жилы. Главный редкометальный минерал – пирохлор, ему подчинены циркон, гатчеттолит, иногда циркелит. Четвертое тело богатых пирохлоровых руд имеет трубообразную форму эллипсоидального сечения 120х55 м, ядро которого сложено кальцит-апатит-магнетитовой рудой. Пирохлоровое оруденение локализовано в лежачем боку трубы, имеющей падение к СВ под углом 80^0; на глубину оно прослежено до 300-400 м.

Пирохлор образует крупные (1 см и более) кристаллы, циркон редок, но обычен ильменит.

Подсчет запасов по 4 рудным телам произведен до глубины 50-100 м, прогнозные ресурсы оценены до 300 м.Отношение Nb/Ta в рудах варьирует от 26 до 43, а Nb/Th - от 91 до 156. Кроме того, в пределах участка известно еще три тела пирохлоровых руд с близкими параметрами, ресурсы руды в них оценены также до глубины 300 м. Общие прогнозные ресурсы категории P_1 по телам 2-4 ниже уровня открытой отработки и по двум новым рудным телам в интервале 0-300м составили 29.4 у.е. Nb_2O_5 при среднем содержании пентоксида 0.678%.

Обогатимость руд изучена по технологической пробе весом 490 кг; по магнитно-флотационной схеме получен коллективный редкометальный концентрат, содержащий 14% Nb_2O_5,0.3% Ta_2O_5 и 7.9% ZrO_2 при извлечении тантала 47.6% и ниобия 58.8%. Дальнейший передел концентрата позволил получить пирохлоровый продукт с 45% Nb_2O_5 (извлечение 48%). Тантал и цирконий рассеиваются по всем продуктам.

Оценивая возможное промышленное значение «богатых» пирохлоровых руд Неске-Вары, следует иметь ввиду, что в составе МСБ ниобия России находятся значительно более крупные по запасам объекты, руды которых вдвое превосходят по содержанию пентоксида ниобия карбонатиты этого участка. Кроме того, пирохлоровый концентрат Неске-Вары не пригоден к прямой переработке на феррониобий. Благоприятным фактором является положение месторождения в освоенном горно-промышленном районе (в 30 км от предприятий АО «Ковдорский ГОК»). В литературе [32] участок Неске-Вара рассматривается в качестве резервного по ниобию и танталу.

Редкоземельные металлы и иттрий

В настоящее время мировое промышленное производство редкоземельных металлов (РЗМ) использует в качестве сырья только два минерала: бастнезит и монацит, основными видами собственно иттриевого сырья являются ксенотимовые концентраты из оловоносных аллювиальных россыпей и ионно-сорбционные руды глинистых кор выветривания гранитов. При переработке ксенотимовых концентратов и ионно-сорбционных руд как бипродукты выпускаются в небольшом количестве и тяжелые лантаноиды. К перспективным типам редкоземельного сырья принадлежат хвосты переработки анатазовых руд, содержащие рабдофан, флоренсит, крандаллит, и редкоземельные апатиты из железорудных и других типов руд. Иттриевые сырьевые

материалы могут пополниться гадолинитом щелочных гранитов и Y-содержащими минералами «ниобиевых туфов» месторождения Brockman (Австралия).

Геолого-промышленные типы собственно редкоземельных месторождений представлены только карбонатитовыми комплексами и корами их выветривания, в третьем основном типе РЗМ являются попутными компонентами прибрежно-морских и аллювиальных россыпей титана, циркония, олова и др. В качестве крупного резерва редкоземельного сырья рассматриваются комплексные железорудные месторождения с ураном, медью, фосфором и т.д. типа Олимпик Дам, содержащие 0.1-0.2% REO.

Главными типами месторождений иттрия, разрабатываемых в настоящее время, являются

- аллювиальные оловоносные россыпи
- коры выветривания редкометальных гранитов (Райян, Ксан-Ва и др., КНР).

В различной степени изучены, но не осваиваются комплексные месторождения с иттрием в щелочных гранитах (Strange Lake, Канада), эффузивах (Brockman, Австралия) и метасоматитах (Thor Lake, Канада), гидротермальных кварц-альбитовых жилах (Bokan Mountains, Аляска), ПМР (VIM 150, Австралия).

Мировое производство редкоземельной продукции в 1990-х колебалось в пределах 60-80 тыс.т REO в год, из них 72-96% было получено из бастнезитовых концентратов коренных карбонатитовых месторождений Bayan Obo (КНР) и Mountain Pass (США). Остальная продукция поступала в виде монацитовых концентратов из прибрежно-морских россыпей (Австралия, Индия, Бразилия и др.). Годовое производство Y_2O_3 во всех видах в 1990-х не превышало 1200 т, в том числе 250-400 т из ксенотима россыпей Малайзии, Таиланда и Китая.

В бывшем СССР и в еще большей степени в современной России минерально-сырьевая база РЗМ принципиально отличается от мировой отсутствием месторождений лучших промышленных типов, составляющих основу мирового производства, - эндогенных богатых бастнезитовых руд, кор выветривания гранитов (ионно-сорбционных руд), богатых монацитовых комплексных россыпей. Из 14 месторождений, запасы которых учтены Госбалансом РФ, в 13 РЗМ являются попутным компонентом, эффективное извлечение которого в ряде случаев не достигнуто. Более 70% балансовых запасов редкоземельных металлов приходится на Северо-Западный округ и сосредоточено в апатит-нефелиновых рудах Хибин (43.5%), лопаритовых рудах Ловозерских месторождений (23.8%) и лейкоксеновых песчаниках

Ярегского месторождения (3.5%). Однако, запасы РЗМ в лейкоксеновых нефтеносных песчаниках Ярегского месторождения (Республика Коми) не могут считаться активными, поскольку для них отсутствует эффективная промышленная технология извлечения лантаноидов из лейкоксенового продукта. При опытно-промышленной эксплуатации, проводимой ОАО «Ярегская нефтетитановая компания», применяемая технология гидрометаллургического передела лейкоксенового концентрата не предусматривает получения РЗМ. Также из активных следует исключить часть запасов лопаритовых руд Ловозерского месторождения, отработка которых в современных условиях экономически неэффективна, а за пределами СЗ ФО – запасы Улуг-Танзекского и Селигдарского месторождений и запасы пирохлоровых руд коры выветривания Белозиминского месторождения, при освоении которых не планируется получение редкоземельной продукции.

Таким образом, активные запасы РЗМ составляют немногим более 70% балансовых, и доля Северо-Западного ФО в них возрастает почти до 95%, в первую очередь за счет апатит-нефелиновых руд хибинских месторождений (70% общероссийских активных запасов).

Производство редкоземельной продукции до 1990-ых гг осуществлялось на базе отработки трех месторождений: Ловозерского лопаритового ($РЗМ_{Ce}$), Кутессай-11 (Киргизия) с иттросинхизит-ксенотимовыми рудами ($РЗМ_{Y}$+Y) и Мелового (Казахстан) уран-редкоземельных руд ($РЗМ_{Y}$). В начале 90-х эксплуатация Кутессайского месторождения была прекращена, а объем добычи на Меловом резко сократился. Сейчас в РФ действует только АО «Севредмет», выпуск концентрата на котором существенно сократился. Лопаритовый концентрат перерабатывается на АО «Соликамский МЗ», номенклатура продукции которого ограничена комплексными продуктами и индивидуальными лантаноидами (La,Ce,Pr,Nd, в меньшей степени – Sm,Eu,Gd,Dy) при практически полном отсутствии тяжелых РЗМ и иттрия. В целом потребности России в редкоземельной продукции не обеспечиваются их производством ни по объему, ни по номенклатуре.

Активные запасы РЗМ Северо-Западного округа РФ

REO, у.е.

Месторождение	Средн. содерж. REO, %	Запасы на дату утверждения			Остаток $A+B+C_1$ на 2001г	В % к активным запасам РФ
		$A+B+C_1$	C_2	Забаланс.		

Мурманская область ОАО «Севредмет» Ловозерское месторождение лопаритовые руды *Разрабатываемые* Карнасурт (1-4, 11-4)	1.31	248.3	167.1	2.3	156.0	
Кедыквырпахк (1-4, 11-4)	1.52	89.0	163.1	16.7	133.8	
Умбозеро, 1 ШП (111-10, 111-14)	0.87	952.3	427.3	8.0	898.1	
Резервные Умбозеро, 11 ШП (111-14)	1.16	404.1	477.9	2.2	404.1	
Аллуайв (1-4, 11-4, 11-7)	1.26	388.8	540.3	-	388.8	
МесторождениеЧинглусуай, порфировидные ювиты	1.15	33.4	114.2	30.1	33.4	
Итого		2115.9	1889.9	59.3	2014.2	22.12
ОАО «Апатит» Хибинская группа месторождений апатит-нефелиновые руды *Разрабатываемые* Кукисвумчоррское	0.24	1223.0	-	-	1109.0	
Юкспорское	0.38	2417.7	-	-	2018.9	
Апатитовый Цирк	0.35	671.2	15.5	0.6	480.0	
Плато Расвумчорр	0.34	2523.0	82.5	-	1269.8	
Коашвинское	0.41	2982.2	673.6	-	2736.3	
Ньоркпахкское	0.39	499.5	34.2	-	340.8	
Резервные Олений ручей	0.40	1309.9	201.1	-	1309.9	
Партомчоррское	0.20	1505.2	257.7	-	1505.2	
Итого		13131.7	1264.6	0.6	10769.9	70.73
Госрезерв Аллуайвское (Чинглусуай) месторождение эвдиалитовые луявриты	0.62	313.0		3265.0	313.0	1.84

Отнесение запасов РЗМ в апатит-нефелиновых рудах хибинских месторождений к активным является достаточно условным. Апатит из этих руд содержит около 1% REO, причем соотношение индивидуальных РЗМ в нем близко к оптимальному в структуре потребления; в частности, доля REO_Y составляет 9-11% (в лопарите – не более 0.4%). Перерабатываемые ежегодно на минеральные удобрения объемы апатитового концентрата содержат РЗМ в количествах, удовлетворяющих любую реально

допустимую потребность; так, в 2000 г вместе с апатит-нефелиновой рудой добыто более 110 тыс. т REO. Однако, извлечение редкоземельных металлов из апатитового концентрата организовано только на одном предприятии – Кирово-Чепецком заводе (ныне предприятие «Необаст») – и ведется в очень ограниченном объеме в соответствии с потребностями Минатома. Перспективы значительного расширения выпуска редкоземельной продукции на базе апатитовых концентратов оцениваются в современной литературе неоднозначно. Часть авторов [7, 39] рассматривают апатит-нефелиновые руды хибинских месторождений как потенциальное сырье на РЗМ и планируют уже в 2005 году получение из них 2 тыс т REO в год. При этом отмечается, что производство РЗМ-продукции возможно при переработке апатита как по азотнокислой, так и по сернокислой схемам [35]. В то же время в других публикациях [31, 33] допускается возможность использования апатитового концентрата только при переработке по азотнокислой схеме (применяется в России очень ограниченно), и перспективы перевода на нее промышленности минудобрений считаются нереальными. Отсюда следует вывод о незначительной роли хибинских месторождений как сырьевой базы РЗМ и в дальнейшем.

В течение 2000 г и 1 квартала 2001 г проводилась проверка технологии извлечения лантаноидов из фосфополугидрата на ОАО «Воскресенские минеральные удобрения», в 2002 г исследования продолжены на ОАО «Аммофос». При проведении испытаний получено принципиальное подтверждение перспективности этой технологии.

Ловозерское месторождение лопаритовых руд

Характеристика Ловозерского месторождения приведена в разделе «Тантал». Редкоземельные металлы входят в состав главного рудного минерала лопарита и извлекаются как бипродукт при переработке лопаритового концентрата на АО «Соликамский МЗ» в виде фторидов, хлоридов или карбоната. В 1990 году производство REO в лопаритовом концентрате составляло около 9.3 тыс т, в 1996 – 2.6 тыс.т и в 2000 – 3.5 тыс.т. ОАО «Севредмет» планирует на перспективу ежегодное производство 9.7 тыс.т REO. В 1992 г. выпуск редкоземельной продукции на СМЗ составил 5 тыс.т REO, в последующие годы произошел спад до 2-3.47 тыс.т в год (1993-96). Предприятия по производству оксидов и других соединений РЗМ в России отсутствуют (ранее они выпускались Иртышским ХМЗ из промпродуктов СМЗ), поэтому продукция Соликамского МЗ экспортируется за рубеж; в 1995 и 1997 гг

поставки французской Rhone Poulenc составили 2470 и 1560 т карбоната РЗМ, соответственно.

Аллуайвское (Чинглусуай) месторождение эвдиалитовых руд

Запасы эвдиалитовых руд Аллуайвского (Чинглусуай) месторождения не учитываются Госбалансом по РЗМ, однако они поставлены как забалансовые по цирконию, а в связи с дефицитом циркониевого сырья в России рассматриваются в качестве близкого резерва. Разработанные технологические схемы предусматривают вскрытие эвдиалита при переделе и освобождение содержащихся в нем РЗМ и иттрия. В связи с этим запасы лантаноидов и иттрия в эвдиалитовых рудах должны быть отнесены к активным.

На месторождении проводились в 1985-89 гг поисково-оценочные работы и в 1989-92 гг - предварительная разведка. Собственно эвдиалитовые руды (меланократовые эвдиалитовые луявриты) слагают три пологозалегающие пластовые залежи, выходящие на поверхность и допускающие открытую разработку. Наиболее крупное из них имеет в плане форму овала, вытянутого в меридиональном направлении, размером 2300x500-700 м. Верхняя часть его сложена эвдиалитовой рудой с содержанием эвдиалита более 20% на среднюю мощность от 30 м на юге до 9 м на севере. Два других тела характеризуются меньшими размерами и мощностью 6-9 м. Запасы категорий C_1+C_2, подсчитанные по бортовому содержанию 2.5% ZrO_2, составляют 577.6 млн.т руды, в том числе в контуре карьера – 50.6 млн.т. Средние содержания в эвдиалитовой руде 3.15% ZrO_2, 0.51% RE_2O_3 и 0.11% Y_2O_3. Благоприятным фактором является относительно высокое содержание REE_Y, составляющих 30% от суммы РЗМ. Общие запасы лантаноидов в контуре карьера оцениваются в 258 у.е., оксида иттрия – 55 у.е.

Стронций

Геолого-промышленные типы месторождений стронция мира включают экзогенные (эпигенетический и седиментационно-диагенетический), вулканогенно-осадочный и карбонатитовый. Наибольшее значение имеют эпигенетические месторождения в сульфатных и карбонатных породах, общие запасы которых составляют более 85% общемировых запасов стронция. Доказанные запасы отдельных месторождений (Montevive, Испания; San Augustin, Мексика; Cifteagil, Турция и др.) составляют 0.5-8 млн.т SrO при средних содержаниях в рудах 40-50%.

Крупнейшим представителем седиментационно-диагенетического типа является месторождение Yate (Англия) с запасами 480 тыс.т SrO и содержании до 50% оксида, до начала 1990-х обеспечивавшее 9% мировой добычи стронция.

Месторождения вулканогенно-осадочного типа характеризуются запасами около 1 млн.т SrO (Калифорния) и содержаниями 36-52%.

Единственным карбонатитовым месторождением с промышленными концентрациями стронция является Kangankunde (Малави) с запасами 40 тыс.т SrO в комплексных монацит-стронцианитовых рудах, содержащих в среднем 12.5% SrO. Технология получения стронцианитового и монацитового концентратов разработана, но месторождение не отрабатывается.

В настоящее время промышленным стронциевым сырьем в мире служит целестиновый концентрат (90-97% $SrSO_4$, $BaSO_4$<1.5%, $CaCO_3$ <4%). Мировое производство целестиновых концентратов в пересчете на металл составило в 1990 г – 259.5 тыс.т, в 1991 г – 193.8 тыс.т, в 1992 г – 217.1 тыс.т. Лидерами по добыче стронциевого сырья являются Мексика и Турция (по 30-35% общемировой), а также Испания и Иран (по 13-14).

Государство	Производство Sr, тыс.т		
	1990	1991	1992
Мексика	66.3	62.2	80.0
Турция	95.0	65.0	70.0
Иран	34.1	28.5	30.0
Испания	31.0	28.0	28.0
Великобритания	24.7	2.0	1.0
Общемировое	**259.5**	**193.8**	**217.1**

Балансовые запасы СССР на начало 1991 г составляли 55.2 млн.т SrO по категориям $A+B+C_1+C_2$, из них более 87% было заключено в апатит-нефелиновых рудах хибинских месторождений. Остальные 12.3% запасов приходились на целестиновые руды 6 месторождений в среднеазиатских республиках, которые характеризовались сравнительно низким качеством (7.5-18.2% SrO). Целестиновый концентрат перерабатывался на Исфаринском гидрометаллургическом заводе (Таджикистан) мощностью 25 тыс.т стронциевой продукции, апатитовый – на Кирово-Чепецком заводе (ныне предприятие «Необаст»),имевшем производительность 12 тыс.т $SrCO_3$, и Константиновском ХЗ (Украина) производительностью 7 тыс.т. На последнем выпуск продукции в 1994 г был прекращен. Общее производство стронциевой продукции в СНГ показано в таблице (тыс.т $SrCO_3$):

Государство	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Таджикистан	12.2	8.0	4.0	1.5	2.6	2.6
Украина	5.0	3.0	2.0	-	-	-
Россия	4.0	3.5	2.7	2.0	3.0	3.0

Государственным балансом РФ учитываются запасы стронция как попутного компонента в апатите из апатит-нефелиновых руд хибинских месторождений и лопарите ловозерских месторождений, т.е.балансовые запасы стронция России полностью размещены в Северо-Западном округе. Однако, если при переработке апатитовых концентратов соединения стронция в той или иной мере извлекаются, то из лопаритового концентрата на Соликамском МЗ стронциевую продукцию не производят, и стронций вместе с торием складируется в отвалах. В связи с этим запасы стронция в лопаритовых рудах следует исключить из активных.

Прогнозные ресурсы учитываются по ряду целестиновых месторождений, расположенных в Тульской обл., Дагестане, Красноярском крае и Республике Тыва. Наиболее интересны из них Табольское месторождение (Тульская область) и месторождение Синие Камни в Дагестане со средними содержаниями SrO 5.7-8.5% и 12%, соответственно. Халютинское месторождение стронцианитовых руд в Бурятии приурочено к карбонатитовому комплексу, его ресурсы P_1+P_2 оценены в 50 млн.т руды с 5.4-14.3% SrO; более поздняя публикация [54] приводит общие ресурсы 700 тыс.т SrO при содержаниях 14-16%. Месторождение расположено на заповедной для местного населения площади.

Данные о производстве соединений стронция в России малочисленны, указывается лишь, что продукция предприятия «Необаст» в последние годы составляла около 2 тыс.т $SrCO_3$.

Активные запасы стронция в СЗ округе РФ

SrO у.е.

Месторождение	Средн.содерж. SrO, %	Запасы на дату утверждения		Запасы на 1.1.2002 $A+B+C_1$
		$A+B+C_1$	C_2	

Мурманская область ОАО «Апатит» *Разрабатываемые* Кукисвумчоррское	1.18	5896.0	-	5316.1
Юкспорское	1.38	7674.7	-	6340.8
Апатитовый Цирк	1.15	2232.2	51.6	1584.1
Плато Расвумчорр	1.13	8392.7	274.5	4195.4
Коашвинское	1.58	11383.0	2686.0	10405.4
Ньоркпахкское	1.14	1345.3	93.9	969.2
Итого		36923.9	3106.0	28811.0
Резервные Олений Ручей	1.43	4655.7	737.2	4655.7
Партомчоррское	0.67	4985.0	868.0	4985.0
Всего		**46564.6**	**4711.2**	**38451.7**

3.1.4. Благородные металлы и алмазы

Золото

Общие запасы золота в мире (без стран СНГ и КНР) по состоянию на 1.01.1986 г оценивались в 57.8 тыс.т, в том числе подтвержденные – 31.4 тыс.т (см. таблицу).

Государства	Общие запасы		Подтвержденные запасы	
	т	%	т	%
ЮАР	32500	56.3	23500	74.9
США	7750	13.4	1720	5.5
Бразилия	3700	6.4	650	2.1
Канада	2600	4.5	1300	4.1
Австралия	2550	4.4	770	2.5
Папуа Новая Гвинея	1440	2.5	700	2.2
Итого	50540	87.5	28640	91.3
Всего мировые	57750	100	31389	100

Около 90% запасов сконцентрировано в 7 государствах и связаны, главным образом, с месторождениями рудного золота (99.8% запасов ЮАР, 95% - США,

Австралии, Канады) и лишь в Бразилии около 70% запасов приходится на россыпи бассейна р.Амазонки. В США, Канаде, Австралии и особенно Папуа Новая Гвинея значительная часть запасов золота заключена в комплексных рудах медных, медно-никелевых и полиметаллических месторождений.

Общемировая годовая добыча за последние десятилетия выросла более, чем вдвое, - с 957 т в 1975 году до 2266 т в 2000-2001 гг (без учета стран СНГ и КНР), одновременно произошло резкое снижение роли ЮАР – от доминирующей в 1970-75 гг (75-80% общей добычи) до 17.5-19% в 2000-2001 гг. Сокращение добычи золота в ЮАР связано со значительным снижением содержания металла в рудах на глубоких горизонтах В то же время в США, Канаде, Австралии в эти годы рост производства произошел за счет интенсификации добычи на действующих рудниках и вовлечения в эксплуатацию многочисленных гидротермальных месторождений с низкосртными рудами на основе применения карьерной разработки и новой технологии извлечения золота. Тем не менее, роль 5 ведущих производителей в период 1970-2001 гг последовательно снижалась с 92.5% в начале до менее 60% к концу:

Государство	Годовая добыча золота, т							
	1970	1975	1980	1985	1990	1996	2000	2001
ЮАР	1000.4	713.4	672.9	669.5	605.4	494.6	428	394
США	54.2	32.4	30.2	79.0	295.0	329.3	355	335
Австралия	19.2	16.3	17.0	57.0	241.0	274.0	296	285
Канада	74.9	51.4	50.6	86.0	150.1	163.9	155	157
Бразилия	5.6	12.5	35.0	63.3		64.2		
Папуа Новая Гвинея	20.7	17.9	14.7	31.3		54.1		
Индонезия						92.1	140	183
Всего мировые	1263.8	957.0	934.7	1144.3	1705	2141.8	2266	2266
По 5 ведущим: т	1169.4	831.4	805.7	954.8	1291.5	1353.9	1374	1354
%	92.5	86.9	86.2	83.4	66.9	64.1	60.7	59.8

В доперестроечные времена СССР занимал одно из ведущих мест в мире по добыче золота, сообщается о совместных с КНР поставках на мировой рынок в 1970-1980-ых гг около 400 т золота в год. К 1993 году Китай вышел по добыче золота на 4-ое место в

мире, в 1996 г она составила 144.6 т (6.1% общемировой). Россия с 132.8 т занимала следующее 5-ое место. В 2000-2001 гг продукция КНР достигла 164-173 т в год (с учетом незарегистрированной – 200 т), РФ – 154-165 т ежегодно.

Данные по современному состоянию общероссийской минерально-сырьевой базы золота не публикуются. Годовая продукция золота РФ в 1991 г составляла чуть более 168 т, к середине 1990-х она снизилась до 132 т, после чего наметился некоторый рост, и в 2000 г общая продукция была 142.7 т, а в 2001 г – 154.5 т [10], не достигнув однако еще докризисного уровня (92% от продукции 1991). Предполагается, что этот уровень будет превышен уже в 2002-2003 гг (174-175 т). Львиная доля российского производства золота приходится на золотодобывающие предприятия, в последние годы она составляла около 92% всей продукции. По данным зарубежной периодической печати в России разведано более 200 собственно золоторудных и 114 комплексных месторождений золота в 28 субъектах Федерации. Больше половины учтенных запасов золота (58%) заключено в крупных и весьма крупных месторождениях (Сухой Лог, Олимпиадненское, Куранахское, Многовершинное и др), на комплексные месторождения приходится 28% запасов и 10% прогнозных ресурсов золота. Они связаны, в основном, с медно-колчеданными месторождениями Урала и медно-никелевыми Норильского района. Главными регионами-поставщиками золота в России остаются Дальний Восток и Восточная Сибирь (почти 93% общероссийской добычи 2001 г), в пределах которых 5 субъектов федерации (Магаданская, Иркутская и Амурская области, Красноярский край и Республика Саха) обеспечили поставку 67% всего добытого золота. 6.3% общей добычи России приходится на Урал и 0.8% - на Западную Сибирь. На всей европейской части территории РФ в 2001 г было добыто 5 кг золота (Республика Коми). Всего же в РФ золото добывалось в 26 субъектах Федерации 566 недропользователями.

В 2001 году наибольшее количество золота (более 30.5 т – 21.6% общероссийской добычи) было добыто в Магаданской области, второе место занимает Красноярский край (19 т – 13.4%), далее следуют Республика Саха (16.5 т – 11.7%), Иркутская (15.8 т – 11.1%) и Амурская (12.8 – 9.1%) области. К 2003 году в лидеры может выйти Красноярский край, а на третье место – Иркутская область.

Безусловным лидером среди российских золотодобывающих предприятий является ЗАО «Золотодобывающая компания «Полюс» (Красноярский край), разрабатывающее Олимпиадненское месторождение и планирующее с вводом в строй новой фабрики по бактериальному выщелачиванию руды рост годовой добычи в 2002 г

до 25 т и в 2003 г – до 30 т. На втором месте находится ОАО «Омолонская золоторудная компания», добывающая на Au-Ag месторождении Кубака 13.5 т золота в год, т.е. 44% всей продукции Магаданской области. Однако, запасы месторождения истощаются, и следует ожидать снижения годового производства к 2003 г до 12.5 т и далее – до 7.5 т.

В целом, российская золотодобывающая промышленность характеризуется достаточно высокой концентрацией производства. Так, продукция 22 добывающих предприятий с производительностью выше 1 т в 2001 г составила более 78.5 т, т.е. 50.9% общей РФ, а 5 предприятий с производительностью выше 4.7 т – более 46 т (32.6%). К числу последних кроме двух, названных выше, принадлежат ОАО «Лензолото» (Иркутская область), ООО «Многовершинное» (Хабаровский край) и ОАО «Бурятзолото» (Республика Бурятия).

В Северо-Западном ФО золото добывалось в Мурманской области, Республиках Карелия и Коми. В Мурманской области известен ряд проявлений рудного золота, до настоящего времени не получивших промышленной оценки, извлекается же золото из сульфидных медно-никелевых руд месторождений Печенгского рудного поля в качестве бипродукта при переработке файнштейна на комбинате «Североникель», где вырабатываются концентраты благородных металлов и МПГ. Так, в 2000 г АО «Кольская ГМК» в сульфидных рудах было добыто 91 кг золота.

Добыча золота в Северо-Западном Федеральном округе [10]

Субъект РФ	Годовая продукция золота, кг											Всего
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Р. Карелия					31	8	12					51
Р. Коми	218	350	350	175	106	46	41	26	27	12	5	1356
Итого*	218	350	350	175	137	54	53	26	27	12	5	1407

*без учета попутной добычи золота из сульфидных Cu-Ni руд.

В Республике Карелия разрабатывалось одно собственно золоторудное месторождение Майское, где в течение трех лет (1995-1997) АОЗТ «Вуосна» ЛТД было добыто 51 кг золота. Ресурсы других объектов не учитываются Госбалансом РФ, три из них – Таловейс, Педролампи и Рыбозерское – по масштабам и состоянию разведанности лишь с большой натяжкой могут быть причислены к месторождениям. Золото присутствует также в виде примеси в уран-ванадиевых рудах месторождений

Падминской группы, при переработке которых может извлекаться в сульфидный концентрат вместе с Mo, Cu, Ag и МПГ.

Республика Коми является в последние десятилетия главным золотодобывающим регионом российского Северо-Запада и европейской части РФ в целом. В республике с конца 1970-ых ведется эксплуатация россыпных месторождений золота Кожимского района, всего с 1979 г добыто немногим более 2 т золота. В 1980-ые и начале 1990-ых добычные работы велись артелью «Печора» и АО «Терра», в последние годы их сменили ЗАО «Кожимская ГРК», ОАО «Интагео» и старательская артель «Комсомольская». Действующие горнодобывающие предприятия обеспечены разведанными запасами; во второй половине 1990-ых основным направлением геологоразведочных работ в Республике Коми являются поиски и промышленная оценка перспективных проявлений рудного золота, ресурсный потенциал которых характеризуется значительными масштабами и высоким качеством руд.

Общие запасы золота категорий C_1+C_2 составляют:

- Мурманская область – 9795 кг или 16.2% от СЗ ФО, в т.ч. 1.5% запасов C_1
- Республика Карелия – 6215 кг или 10.3%
- Республика Коми - 44392 кг или 73.5%, в т.ч. 98.5% запасов C_1.

В 2000 г в Северо-Западном округе общая добыча золота составила 105 кг, из них 93 кг в сульфидных медно-никелевых рудах Печенги (Мурманская область) и 12 кг из россыпного месторождения Бол. Каталамбию (Республика Коми).

Характеристика месторождений медно-никелевых руд Печенгского рудного поля и месторождений уран-ванадиевых руд Падминской группы приведена в разделах «Никель» и «Ванадий», соответственно.

Месторождение Майское

Расположено в Лоухском районе Республики Карелия в межозерье Хасиярви – Мустоярви. Месторождение открыто в 1971 г, в 1985-88 гг на нем проведены поисковые и поисково-оценочные работы (14.5 тыс. п. м поискового бурения, 21.4 тыс. $м^3$ канав).

Месторождение Майское находится в восточной краевой части Куолоярвинской синклинорной структуры и приурочено к субмеридиональной тектонической зоне в осевой части наложенной синклинали. Золотоносными являются две кварцево-жильные зоны №1 и №40, залегающие в основных вулканитах нижнего протерозоя (метабазальты, андезито-базальты, туфолавы, туфы). Протяженность зон по

простиранию 2.5-3 км, на глубину они прослежены на 60-80 м. В их пределах вулканиты испытали тремолитизацию, биотитизацию, хлоритизацию, альбитизацию и карбонатизацию; крутопадающие (50-80^0) кварцевые жилы имеют пластинчатую или линзовидную форму, иногда четковидную с раздувами и пережимами, протяженность 50-80 м (зона №1) и 200 м (зона №40), мощность до 5-6 м. Проведенными работами выделено 8 рудных тел гнездовой и линзовидной формы с размерами от 0.1х0.5 м до 3х12 м, иногда крупнее (рудный столб зоны №1 имеет размеры 43х3-5.5 м). Минерализация принадлежит к золото-кварцевому малосульфидному типу и связана с поздней генерацией мелкозернистого гранулированного кварца. Концентрация сульфидов обычно 0.5-1%, лишь в отдельных гнездах достигая 3-5%, они представлены халькопиритом, пирротином, кобальтином, кубанитом, галенитом, сфалеритом, тетрадимитом, теллуридами Ni, Pb, Au; продуктивной является золотоносная теллуридно-галенитовая минеральная ассоциация. Золото самородное в виде чешуй, зерен, кристаллов, дендритов размером 0.1-1.5 мм (нередко видимое), пробность 840-960. Содержание золота в жилах крайне неравномерное – от следов до сотен г/т, средние содержания в рудных телах варьируют от 1.1 до 29 г/т. Присутствуют также Cu (до 1%), Pb (до 0.3%), Ag (0.008%), As (0.015%), Sb, Bi, Mo, W. Руда легкообогатима, свыше 90% золота извлекается гравитационным способом.

В 1994 г на месторождении были утверждены запасы категории C_2 до глубины 30 м в размере 196.8 кг при среднем содержании 7.625 г/т. Оценка прогнозных ресурсов составила 537 кг по P_1+P_2. В период с 1995 по 1997 гг велась старательская добыча золота (АОЗТ «Вуосна» ЛТД), общая продукция за этот период составила 51 кг.

Месторождение Таловейс

Находится в 9.5 км к север-северо-западу от гор. Костомукша. Первые сведения о золотоносности получены в 1987 г при тематических работах (проявление «жила Ушкова» с содержанием золота до 80 г/т в тонкой кварцевой жиле). В 1988-1994 гг проведены поисковые работы (магнито- и электроразведка ВП-СГ, горные работы 13.5 тыс. м^3 и 576 п.м мелких шурфов, поисковое бурение – 145 скважин объемом около 11 тыс. п. м, разведочный шурф глубиной 15 м с рассечками, отбор 4 технологических проб). Отчет по поискам завершен в 2001 г.

Месторождение расположено в пределах массива порфировидных гранитов и его контактовой зоны, сложенной краевой фацией гранодиоритов, кварцевых диоритов и

Активные запасы золоторудных месторождений Северо-Запада РФ

Руда, тыс.т, или горная масса, тыс.м^3/ Au, кг

Месторождение	Средн. содерж. Au,г/т или г/м^3	балансовые запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы	
		$B+C_1$	C_2	Забаланс.	P_1	P_2
Коренные Мурманская область АО «Кольская ГМК» *Разрабатываемые* Ждановское вкрапленные Cu-Ni руды	0.008		643974 4928	37680 267		
Заполярное брекчиевидные густовкрапленные Cu-Ni руды	0.077	8933 688	2547 204			
Семилетка вкрапленные Cu-Ni руды	0.036		2872 104			
Подготовленные к освоению Спутник брекчиевидные густовкрапленные Cu-Ni руды	0.101		14662 1481			
Верхнее вкрапленные Cu-Ni руды	0.020		63079 1262	14314 286		
Быстринское вкрапленные Cu-Ni руды	0.008		35894 290			
Тундровое вкрапленные Cu-Ni руды	0.008		105006 838	3676 30		
Республика Карелия АОЗТ «Вуосна» ЛТД *Разрабатываемые* Майское золото-кварцевое, малосульфидное	7.625	-	16 122		540	
Госрезерв Таловейс золото-кварцевое, малосульфидное	11.6		1.4 15.9		5.2 60.9	12200

Педролампи золото-сульфидное	5.8		583 931		2500	
Рыбозерское золото-сульфидно-кварцевое зеленокаменных поясов	1.8-2.3		----- 3280			
ГП «Невскгеология» *Разведываемые* Средняя Падма альбит-карбонат-слюдистые метасоматиты	0.16		4590 729			
Резервные Весеннее то же	0.18		2620 471			
Верхняя Падма то же	0.21		565 119			
Царевское то же	0.04		5020 215			
Космозеро то же	0.24		1410 332			
Современные россыпные Республика Коми ЗАО «Кожимская Горнорудная компания» *Разрабатываемые* Бол. Каталамбию	0.563	1573 886				
Сюрась-Рузь-Вох	1.364	993 1354				
Балбанью Для открытой отработки	0.290	74798 21610	191 92	59 7		
в т.ч. за пределами охранных зон	0.300	59402 17806	191 92	59 7		
Артель «Комсомольская» *Разрабатываемые* Сюрась-Рузь-Вох	0.553	523 289				
ОАО «Интагео» *Подготавливаемые к освоению*						

Каталамбинский участок	1.429	70 100				
Госрезерв Лимбек 111	0.354	3596 1273				
Хрустальный-2	0.393	4993 1961				
Таврота	0.347	23632 8208				
Балбанью, верховье	0.412	2871 1184	417 306			
Прочие (27 участков)	0.395	17851 7057	109 72			
Всего (Au, кг)		44610	9645.9	623		

диоритов и дайками фельзитов, альбитофиров кварцевых порфиров и т.п. в вмещающих коматиит-базальтах рувинварской свиты верхнего архея. Малосульфидная золото-кварцевая минерализация приурочена к кварцево-жильным образованиям (жилам, прожилкам) и крутопадающим зонам гидротермально и метасоматически измененных пород (березитизация, окварцевание, карбонатизация) северо-восточного простирания. Выделяются два морфологических типа золоторудной минерализации: кварцево-жильный и штокверковый, пространственно они частично совмещены. Кварцевые или карбонатно-кварцевые жилы имеют мощность 0.1-0.5 м, до 1.5 м и протяженность от первых метров до 25-30 м, концентрация сульфидов в жилах замещения не превышает 5%, иногда до 15%, содержания золота составляют 0.1-2.0 г/т. В жилах выполнения минерализация принадлежит к золото-кварцевому типу: общее количество сульфидов редко превышает 1% (до 3%), а содержания золота повышаются до 10-30 г/т и более. Штокверковая минерализация представлена сетью кварцевых и карбонатно-кварцевых прожилков мощностью до 1-3 см с вкрапленностью и гнездами сульфидов в зонах гидротермально и метасоматически измененных пород. Мощность таких зон до 10 м, содержания золота колеблются в пределах 0.5-4 г/т, достигая 8 г/т. Рудные минералы включают золото, пирит, реже – галенит, халькопирит, пирротин, леллингит, висмутотеллуриды. Золото свободное, высокопробное, по данным исследований технологических проб составляет 35%, 47.5% его находится в сростках, остальное заключено в сульфидах, преимущественно в пирите. Наиболее крупное рудное тело (№1) оконтурено в кварцевой жиле длиной 30 м и мощностью 1-1.5 м с средним содержанием 11.6 г/т. Золоторудная минерализация сопровождается шлихо-

геохимическими ореолами золота и литохимичесими аномалиями Ag, As, Cu, Zn, Pb, Bi.

Технологические исследования малообъемных проб (258-277 кг) проведены ЦНИГРИ, при использовании гравитационной схемы извлечение золота в концентрат с 100-140 г/т Au составило 86.9-92.6%, гравитационно-флотационной - 94.1-96.8% при содержании в концентрате 40-50 г/т. Рекомендовано гравитационное обогащение руды с флотацией хвостов.

В 2001 г НТС Комприроресурса Республики Карелии приняты запасы категории C_2 в размере 15.9 кг золота и ресурсы P_1 – 60.9 кг по рудному телу №1 с средним содержанием 11.6 г/т, а также ресурсы P_2 - 12.2 т по геохимической аномалии А-1 (на глубину 200 м).

Месторождение Педролампи

Находится в 400 м западнее одноименного озера и в 3.5 км юго-западнее оз. Орехозеро на границе Медвежьегорского и Кондопожского районов Карелии. Открыто в 1988 г, проведены поисково-оценочные работы.

Месторождение расположено в Ведлозерско-Сегозерском зеленокаменном поясе и приурочено к меридиональному тектонизированному контакту интенсивно рассланцованных и пропилитизированных пород бергаульской серии с янгозерскими кварцито-песчаниками. Продуктивная зона представляет собой согласно залегающий крутопадающий линейный кварцевый штокверк меридионального простирания, в его пределах отдельные рудные залежи имеют протяженность по простиранию и падению на первые десятки метров. Общая ширина штокерка 30-40 м, поисковым бурением он прослежен на 400 м по простиранию и на 350 м - по падению. Вмещающие кварц-хлоритовые пропилиты окварцованы, мусковитизированы и пиритизированы. Рудные тела содержат значительное количество сульфидов: пирита (до 30%), халькопирита, пирротина, сфалерита. Золото преимущественно самородное – чешуйки, пластинчатые, дендритовидные и проволоковидные зерна размером 0.1-0.7 мм, установлено его присутствие и в пирите (до 1-2%). По бортовому содержанию золота 1 г/т в скважинных интервалах длиной до 8 м средние концентрации золота составили от1 до 46 г/т.

Технологические исследования ЦНИГРИ показали, что свободное золото до 80% извлекается одностадиальным гравитационным обогащением при измельчении руды до

0.3 мм; сульфидное золото может быть извлечено флотацией хвостов после их доизмельчения до 0.1 мм.

Оценка запасов C_2 по рудным телам в пределах продуктивной зоны до глубины 50 м составила 157.6 тыс.т руды с средним содержанием 5.91 г/т и коэфициентом рудоносности 0.37 или 931 кг золота. Ресурсы категории P_1 до глубины 100 м оценены в 2.5 т золота.

Месторождение Рыбозерское

Месторождение расположено в 10 км к юго-востоку от оз. Рыбозеро на правобережье р. Повенчанка, в Медвежьегорском районе. Открыто в 1976 г, проведены поисковые и поисково-оценочные работы.

Месторождение находится в юго-восточной части Южно-Выгозерской структуры Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса, сложенной верхнеархейскими лавами и туфами коматиит-базальтов и андезит-дацит-липаритов. Оруденение приурочено к зонам вкрапленной сульфидной минерализации и пирит-колчеданным рудам, локализованным вдоль взбросо-надвига, сопровождающегося низко-среднетемпературными пропилитами с телами лиственитов, березитов и вторичных кварцитов. Возраст минерализации 2600 млн.л (Pb/Pb).

Россыпные месторождения Кожимского района

Кожимский рудно-россыпной район находится на Приполярном Урале на территории, подчиненной администрации г. Инты. Его площадь составляет 3500 км^2, вдоль северо-западной границы проходит железная дорога Москва – Воркута, расстояние от г. Инты – 60 км.

Золотоносные россыпи были открыты в 1978-1985 гг поисково-разведочными работами ПГО «Полярноуралгеология», в период 1979-1986 гг включительно разработка велась старательской артелью «Печора» ПО «Уралзолото». В 1987 г артель была ликвидирована, и дальнейшая добыча производилась горно-геологическим предприятием «Терра» (1988-1997 гг). С 1993 года эксплуатацию россыпных месторождений Кожимского района ведет СП «Кожимская горно-рудная компания», с 1997 г – артель старателей «Комсрмольская»; в самые последние годы к ним присоединилось ОАО «Интагео».

Все подготовленные запасы и большая часть ресурсов золота Кожимского района, а также его добыча связаны с одним геолого-промышленным типом –

аллювиально-делювиальными отложениями речных долин и мелких водотоков [15]. Формирование россыпей происходило в довольно широком возрастном диапазоне - от палеогена до четвертичного периода, известны россыпи как межледниковых эпох, так и периглациальных зон ледниковых областей.

По морфологическим типам среди молодых россыпей наиболее распространены аллювиальные террасовые россыпи современных долин, россыпи погребенных тальвегов и террас древних долин [1]. В меньшей степени развиты косовые, карстовые россыпи и россыпи конусов выноса. Основные запасы россыпного золота сконцентрированы в террасовых россыпях, для которых характерны повышенные мощности и высокая изменчивость пластов; максимальная концентрация золота отмечается в приплотиковой части разоеза, но описаны и подвесные пласты. Ряд россыпей имеет сложное строение с 2-3 пластами. Большой интерес представляют и пролювиально-аллювиальные (ложковые) россыпи. Обшая характеристика основных россыпных месторождений района обобщена в таблице.

По горно-техническим и горно-геологическим условиям отработки россыпи Кожимского района могут быть подразделены на пять главных типов [1]:

1.Террасовые участки в долине р. Кожим и приустьевой части р. Балбанью, являющиеся наиболее простыми для отработки.Эти россыпи отличаются высоким

Название месторождения	Морфолог тип	Запасы на 1.01.2001		Длина пром. контура, м	Ширина пром. контура, м	Мощность торфов, м	Мощность песков, м
		пески, тыс. $м^3$	золото, кг				
Бол. Каталамбию	ложковый	1573	886				
Сюрась-Рузь-Вож	то же	1516	1643				
Балбанью (Безымянный)	палеодолина	74498	21610	25800	1000	8.7	2.8
Каталамбинский уч-к	КХВ	70	100				
Таврота	террасовый	23632	8208	17850	350	6.0	3.8
Лимбекою	то же	3596	1273	22480	80	2.6	2.0
Лимпеги	ложковый	659	299	8450	60	2.1	1.3
Балбанью (верховья)	многопластов	2871	1184	6400	160	2.8	10.0
Лыес-Шор	долинный	1906	529	7980	114	3.3	2.1

Малая Таврота	то же	862	251	3340	120	2.4	1.8
Сухой ручей	то же	2588	658	3490	200	12.5	3.7
Бол. Таврота	палеодолина	451	296	1295	183	13.4	2.7
Мал. Каталамбию	КХВ	641	297	3531	79	7.5	2.3
Хрустальный (русло)	долинный	2502	851	5890	170	2.7	2.5
Хрустальный-2	то же	4993	1961	11890	120	3.9	3.5

содержанием металла (0.6-0.4 г/м^3), малой мощностью торфов (0.4-2 м), низкой валунистостью, не обводнены. Золото мелкое (60% класса +0.2-2.0 мм), самородки редки. В основном, отработаны артелью «Печора» и предприятием «Терра» (Орлиный, Железнодорожный, Центральный, Лента, Пр. Таврота). Промывка песка велась на гидроэлеваторных установках с извлечением золота до 70-85%.

2. Ложковые россыпи мелких водотоков (Сюрась-Рузь-Вож, Южный, Б. Каталамбию, Сергей-Шор и др.). Они характеризуются относительно простым строением, наличием одного пласта, золотом средних и крупных размеров (70% 1-4 мм), в целом – небольшой вскрышей (1-4 м), хотя отдельные блоки имеют вскрышу до 6-8 м. Осложняющими факторами отработки являются высокая валунистость торфов, обводненность пласта в прирусловой части, наличие мерзлых песков и др. Россыпям этого типа присуще наличие значительного количества самородков от 3 до 100-150 г.

3. Аллювиально-карстовые россыпи палеоген-неогенового возраста, приуроченные к линейным зонам разломов. Отрабатывались АООТ «Терра» в 1995 г. Их особенностью является полное отсутствие валунов, но высокое содержание глины, затрудняющей разработку во время дождей. Преобладает мелкое (40-60% класса –0.1 мм) золото, промывистость песков плохая, обычны большие технологические потери металла.

4. Террасовые россыпи Таврота и низовья россыпи Балбанью (уч. Безымянный). Это крупные по запасам россыпи с широкими промышленными контурами от первых сотен метров до 1 км. Содержания золота, как правило, невысокие. Отработка затрудняется мелким золотом (50-60% класса +0.1-1.0 мм), валунистость песков и торфов невысока, но участки перед плотиком часто заболочены с развитием многолетней мерзлоты. В связи с этим применение промприборов типа ПГШ неэффективно из-за низкой производительности и больших потерь; вскрышные работы целесообразно выполнять в зимнее время с использованием крупных бульдозеров.

5. Этот тип наиболее сложен для добычи и включает многопластовые участки россыпей Балбанью и Пелингичей. Они имеют высокую валунистость по всему разрезу и

высокую фильтрацию пород на всю мощность. Значительная мощность пластов (до 26 м) определяет неэффективность применения промприборов ПГШ, а наличие глины в верхней части торфов практически исключает возможность вскрыши в летний период после дождей.

К 1994 году большинство простых для эксплуатации и сравнительно богатых россыпей Кожимского района было частчно или полностью отработано, что повлекло за собой устойчивое падение объема продукции в 1995-2001 гг. Происшедшие одновременно коренные изменения экономических условий в России привели к резкому снижению рентабельности или даже убыточности золотодобычи. Основной фонд имеющихся россыпей характеризуется далеко не лучшими показателями отработки и содержанием золота в песках. Поэтому сейчас начата разработка новых кондиций для наиболее крупных россыпных месторождений (Таврота, Балбанью) с последующим пересчетом запасов россыпного золота и выделением их активной части. В частности, месторождение Таврота должно быть представлено на конкурс уже в 2002 году, а с 2004 г планируется его разработка с годовой продукцией 150 кг золота.

Еще более значительные надежды связываются с предстоящей разработкой рудного золота. Наиболее перспективными для освоения объектами в Республике Коми считаются сейчас Каталамбинское проявление и участок Чудное на хребте Малдынырд. На первом из них ОАО «Интагео» в 1999 году завершены поисково-оценочные работы, с 2001 г проводятся опытные работы по применению метода подземного выщелачивания хлорсодержащими растворами. В случае положительных результатов из кор химического выветривания Каталамбинского участка планируется уже с 2003 г добыча 150 кг золота в год. На участке Чудное развита фуксит-золото-палладиевая минерализация; в течение 2002-2005 гг ЗАО «Мирекo» на нем выполняет разведочные работы и строительство добывающего предприятия со стартовой мощностью 360 кг золота. Таким образом, Республика Коми планирует существенный рост золотодобычи уже в ближайшие годы с достижением в 2005 году продукции не менее 600-650 кг.

Алмазы

Россия занимает на мировом рынке алмазного сырья одно из ведущих мест, обеспечивая поставки примерно одной пятой общемировой продукции алмазов. Так, по данным Mining Journal, 2001, 336 №8647 и 2002,339 №8699, в мировой продукции 2000 -2001годов доля России составила 17.2-18.6% в натуральном выражении и 20.3-20.9%

в долларовом исчислении, что соответствует 2-3 местам вслед за Ботсваной и Австралией (см. таблицу).

Страна-производитель	Продукция в тыс.карат		Продукция в тыс. долларов	
	2000 г	2001 г	2000 г	2001 г
ЮАР	10583	11301	1109513	1144655
Ботсвана	24651	26416	2125200	2193870
Конго	16500	19637	585000	496310
Намибия	1520	1502	419120	322340
Ангола	4006	5871	739662	803145
Австралия	26200	26070	360600	293700
Канада	2629	3685	453555	530640
Прочие мелкие производители	3587	3749	469345	450400
Россия, всего	20500	20500	1595000	1650000
в т.ч. -трубка Удачная	12500	11500	1000000	977500
-трубка Юбилейная	5000	5500	325000	357500
-прочие	3000	3500	270000	315000
Всего мировая продукция	110176	118731	7856995	7885060

Основная часть мировой добычи (более 70%) производится на 10 крупнейших коренных месторождениях, в число которых входят и три российские: Удачная, Юбилейная и Мир.

В Российской Федерации доминирующую роль в запасах и добыче алмазов по-прежнему играет Республика Саха:

	Республика Саха, коренные и россыпные месторождения	Пермская область, россыпные месторождения	Архангельская область, коренные месторождения
запасы, %	84	0.1	16
добыча, %	99.7	0.3	-

В Северо-Западном федеральном округе промышленная алмазоносность установлена пока только в пределах Архангельской области (Архангельская алмазоносная провинция), где выявлено 44 тела кимберлитов и родственных им пород, в основном трубочного типа, и 13 трубок щелочных базальтоидов. Промышленные месторождения алмазов в кимберлитовых телах выявлены в Золотицком

кимберлитовом поле (месторождение им. Ломоносова) и в Мегорском кимберлитовом поле (месторождение им. В. Гриба)

Активные запасы алмазов СЗ округа РФ

Месторождение	Средн. содерж кар/т	Балансовые запасы в % от суммарных РФ		Приближенные общие запасы		Прогнозные ресурсы P_1 млн.кар.	Проектная производи-тельность по руде, млн.т
		$A+B+C_1$	C_2	млн.кар	млрд.дол.		
Архангельская область ОАО «Севералмаз» *Разрабатываемые* Им. Ломоносова	0.7	17.9	19.9	231.5	12.0	29.6	5
ОАО «Архангельск-геолдобыча» *Разведываемые* Им. В. Гриба	1.68		15.7	67	5.0	49.2	5
Всего		17.9	35.6	298.5	17.0	78.8	10

Месторождение имени Ломоносова

Выявление Архангельской алмазоносной провинции в целом и отдельных кимберлитовых полей явилось результатом интерпретации и последующей проверки результатов аэромагнитной съемки масштаба 1:25000. К середине 90-х годов в пределах только Зимнебережного кимберлитового района и на прилегающих территориях бурением было заверено около 600 магнитных аномалий трубочного типа. На первых этапах исследований в феврале 1980 г. буровой скважиной была вскрыта алмазоносная трубка Поморская, что явилось фактически открытием месторождения им. Ломоносова. Резкая интенсификация поисковых работ в пределах Золотицкого кимберлитового поля привела к обнаружению в течение короткого времени остальных трубок: им. Ломоносова – в октябре 1981 г, им. Карпинского-1 и -2 – в апреле-мае 1982 г, Пионерской – в мае 1983 г и Архангельской – в сентябре 1983 г. В сжатые сроки

(1983-1987 гг.) была проведена детальная разведка, и в 1987 году запасы алмазов по пяти трубкам, представляющим промышленный интерес (им. Ломоносова, Пионерская, им. Карпинского-1 и-2, Архангельская), по категориям $B+C_1$ были утверждены ГКЗ. Одновременно была закончена разведка трубки Поморская, не получившей промышленной оценки, а несколько позже (к 1991 г) – трубки Снегурочка.

Золотицкое кимберлитовое поле объединяет 10 трубок и принадлежит к полям линейного типа, будучи приурочено к зоне глубинного разлома северо-восточного простирания.Общая площадь поля 250 км^2. В его пределах выделяется Южная группа трубок – собственно месторождение им. Ломоносова и трубка Снегурочка, и Северная – включающая слабо алмазоносные трубки Первомайскую, Белую и Кольцовскую.

Месторождение им. Ломоносова представлено шестью кимберлитовыми трубками: Архангельская, им. Карпинского –1 и -2, Пионерская, им. Ломоносова с балансовыми запасами, подготовленные к освоению, и Поморская с забалансовыми запасами. Они расположены приблизительно на одной линии субмеридионального простирания на протяжении 9 км, южнее в 2 км на этой же линии находится трубка Снегурочка с запасами категории C_2.

Трубки прорывают толщу песчано-глинистых пород вендского комплекса и перекрыты рыхлыми отложениями среднего карбона и четвертичного возраста общей мощностью 50-60 м. Кимберлитовые тела представляют собой типичные диатремы обычно с четко выраженным раструбом в верхней части. Уровень эрозионного среза возрастает с юга на север – у трубок им. Ломоносова и Поморской отсутствуют кратерные фации. На современном срезе размеры горизонтальных сечений трубок варьируют в широких пределах от средних до весьма крупных, для всех трубок типично северо-восточное простирание длинных осей с размерами по ним от 200-400 м (Поморская, им. Карпинского-1, Снегурочка) до 800-1000 м (им. Карпинского-2, Пионерская), крутое падение со склонением к северо-западу и пологие контакты с отложениями венда в верхних раструбовых частях. С глубиной происходит переход к столбообразной форме тел и сокращение их размеров.

Большинство кимберлитовых тел месторождения характеризуется сложным внутренним строением, обусловленным многофазностью их формирования (рис. 8). Верхние горизонты в пределах кратера представлены слоистой толщей осадочных пород озерного типа, состоящих из переотложенного материала разрушенных продуктов закратерных выбросов и вмещающих пород. Залегание их субгоризонтальное, мощность 30-40 м. Эта толща подстилается туфогенной пачкой,

включающей туфы, туффиты и туфопесчаники с редкими обломками вмещающих пород. Суммарная мощность кратерных образований составляет 70-160 м. Жерловые части трубок сложены ксенотуфобрекчиями первой эксплозивной фазы внедрения и автолитовыми брекчиями второй инъективной фазы. Жерло трубки Архангельской образовано только автолитовыми брекчиями, трубок Снегурочка и Поморская – ксенотуфобрекчиями; жерловые части сложнопостроенных трубок им. Карпинского-2,

рис. 8

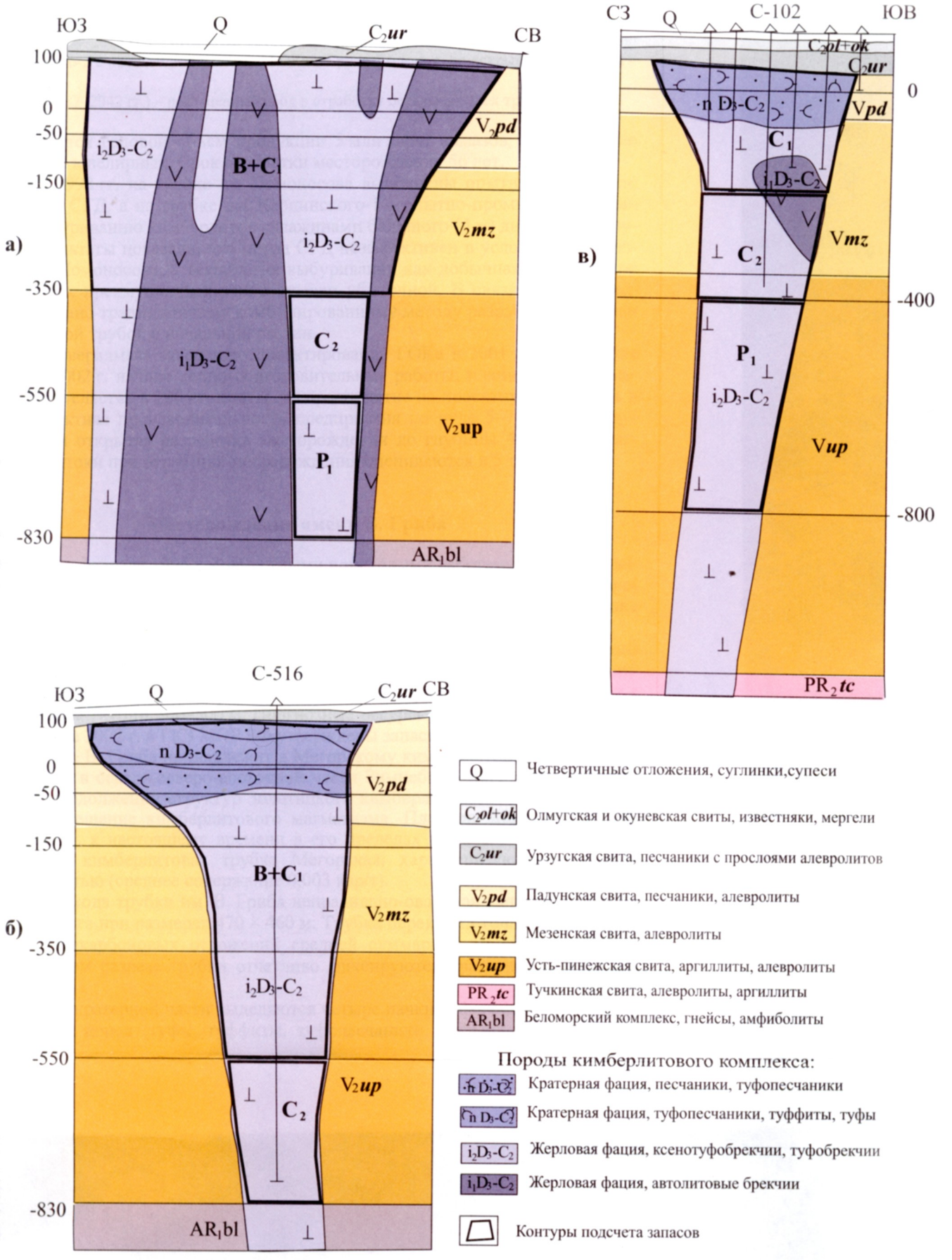


Рис. 8. Схемы внутреннего строения кимберлитовых трубок: месторождение им. Ломоносова трубка Карпинского-2 (*а*), трубка Архангельская (*б*), месторождение им. В. Гриба (*в*)

Пионерской и им. Ломоносова образованы 2-3 столбами различных по составу кимберлитов. На глубоких горизонтах встречаются массивные порфировые кимберлиты с серпентизированным оливином и вкрапленниками флогопита. Кимберлиты месторождения им. Ломоносова принадлежат к Mg-Al серии (слюдяные кимберлиты 11 типа), характеризующейся низкими концентрациями хром-шпинелида, хром-диопсида, высокохромистого пиропа и полным отсутствием пикроильменита.

Алмазы по крупности относятся к двум группам: крупные (округлые зерна не менее 2мм) и мелкие (плоскогранные октаэдры менее 1 мм). Обе разновидности бесцветны или окрашены в зеленовато-желтые и желтые тона. Включения в алмазах представлены оливином, коэситом и хром-шпинелидом и встречаются лишь в 0.6-2% всех алмазов. Концентрация алмазов колеблется в широких пределах, увеличиваясь в ряду: туфогенно-осадочные породы – ксенотуфобрекчии – туфы – автолитовые брекчии. Во всех трубках, за исключением Поморской и Снегурочки, содержание алмазов удовлетворяет промышленным требованиям, максимальные концентрации – в трубках им.Карпинского-1 и Архангельской.

Подсчет запасов $B+C_1$ произведен до глубины открытой отработки (460 м, по трубке Архангельской – до 660 м), ниже до глубины 660 м (по Архангельской до 940 м) подсчитаны запасы категории C_2. По трубкам им. Карпинского-1 и-2, им. Ломоносова, Пионерская до глубины 940 м произведена оценка прогнозных ресурсов P_1. Балансовые запасы по трубкам на 1.01.1998 (% от общероссийских):

Трубка	$A+B+C_1$	C_2
Им.Ломоносова	3.7	4.3
Архангельская	6.0	5.0
Карпинского-1	3.0	2.4
Карпинского-2	1.6	4.1
Пионерская	3.6	4.1
Итого	17.9	19.9

Месторождение им. Ломоносова в 1987 г. было подготовлено к освоению, в последние годы ведется подготовка к отработке трубок Архангельская и им. Карпинского-1. С января 1994 г работы ведет по лицензии ОАО «Севералмаз», в 2000 году основной пакет акций компании (71.87%) приобрела АК «АЛРОСА». Существующий проект освоения месторождения предусматривает отработку карьерами всех пяти трубок с поэтапным вовлечением их в эксплуатацию:

1 этап (1996-1999 гг) – проектирование ГОКа и опытная эксплуатация трубок Архангельской и им.Карпинского-1;

11 этап (2000-2003 гг) - строительство ГОКа;

111 этап (2004-2016 гг) – отработка Архангельской, им. Карпинского-1 и частично им. Карпинского-2 трубок с производительностью ГОКа по руде 5.6 млн.т, по вскрышным породам – до 23 млн.т;

1У этап (2017-2042 гг) – постепенный ввод в отработку остальных трех трубок.

Планируется годовой объем продукции 5 млн.карат алмазов, из них около 2 млн.карат – ювелирных. Срок отработки месторождения 56 лет.

В 1995-98 гг на трубке им. Ломоносова выполнены опытные работы по применению СГД, а на трубке им. Карпинского-1 – опытно-промышленные работы по выбуриванию кимберлитов скважинами большого (4 м) диаметра. Полученные результаты показали, что метод СГД не эффективен в условиях месторождения им. Ломоносова, а технология выбуривания как добычная является при определенных преимуществах экономически убыточной. В связи с этим предпочтение отдано традиционному комбинированному методу разработки с открытой отработкой трубок в начальной стадии.

ОАО «Севералмаз» завершило проектирование ГОКа в 2001 г и во втором полугодии 2002 г начало горно-подготовительные работы; планируется осуществить строительство к 2004 году и вывести предприятие на проектную мощность в 2005 г. Проектная производительность предприятия по руде 5-7 млн.т. Предусматривается открытая разработка месторождения до глубины 460 метров. Ожидаемые водопритоки при отработке месторождения оцениваются в 5 тыс.$м^3$/сутки.

Месторождение имени В. Гриба

Открыто в феврале 1996 года совместными поисковыми работами ОАО «Архангельскгеолдобыча» и Archangel Diamond Corp (ADC, Denver) при заверке аэромагнитной аномалии. В 2001 г лицензия ADC не была продлена, дальнейшие разведочные работы проводит ОАО «Архангельскгеолдобыча».

По состоянию на 1.09.1997 г на трубке пройдено 33 скважины колонкового бурения общим объемом 8384 пог.м. По оперативным данным ОАО «Архангельскгеолдобыча» произведен подсчет запасов категории C_1 до глубины 300 м и C_2 в интервале глубин 300-500 м. Прогнозные ресурсы P_1 оценены до глубины 900 м. В марте 2002 г в ГКЗ МПР РФ утверждены запасы и ТЭО кондиций .

Трубка им. В. Гриба принадлежит Мегорскому кимберлитовому полю, расположенному в ССВ части Зимнебережного алмазоносного района на продолжении структур Золотицкого кимберлитового поля, контролирующих размещение кимберлитового магматизма. Площадь Мегорского поля около 280 км^2, к настоящему времени в его пределах выявлена кроме трубки им. В. Гриба кимберлитовая трубка Мегорская, характеризующаяся слабой алмазоносностью (среднее содержание 0.003 кар/т).

Форма выхода трубки им. В. Гриба неправильно-овальная каплевидная, площадь его 14.5 га при размерах 470х460 м. Трубка перекрыта толщей четвертичных и среднекарбоновых отложений средней суммарной мощностью 65.8 м. В вертикальном разрезе трубки отчетливо фиксируется кратерная и жерловая части (рис. 8).

В составе кратерной части выделяется 4 пачки туфогенных и туфогенно-осадочных пород (туфы, туффиты, туфопесчаники, песчаники с примесью пирокластического материала, грубообломочные брекчии) средней мощностью 109.5 м.

Жерловая часть трубки выполнена, главным образом, массивным кластопорфировым серпентизированным кимберлитом с обилием глубинных нодулей (дуниты, перидотиты, эклогиты) и ксенокристаллов пиропа, пикроильменита и хромдиопсида. В юго-западной части диатремы выделяется блок кимберлитовой ксенотуфобрекчии (1 фаза). Трубка вскрыта до глубины 501.0 м. В отличие от кимберлитов месторождения им. Ломоносова, обе трубки Мегорского кимберлитового поля принадлежат железо-титанистой серии (кимберлиты 1 типа).

Размер запасов категории C_1 не сообщается; запасы C_2 составляют 39.5 млн.карат, прогнозные ресурсы P_1 – 49.2 млн. карат.

По оценке De Beers (MJ – 2001, 336, №8637) ресурсы трубки им. В. Гриба до глубины 500 м составляют около 98 млн.т кимберлитов со средним качеством 0.69 кар/т, т.е. 67 млн. каратов алмазов. По [46], общие запасы трубки им. В. Гриба оценены более, чем в 4 млрд.долларов, а всего Верхотинского поля (?! – надо отметить, что в литературе трубка им. В. Гриба нередко относится к Верхотинскому полю) – примерно в 5.5 млрд.долларов.

Масштабы месторождения, содержание и качество алмазов по результатам выполненных геологоразведочных работ позволяют рассматривать его как объект для промышленной отработки. Достаточно большая глубина залегания кондиционных руд (90 м) и кимберлитов жерловой фации (190 м), характеризующихся высокими

содержаниями алмазов, определяют отработку месторождения подземным способом. Можно наметить следующие этапы:

- 1 этап (1997-1999 гг) – детальная разведка с экспертизой запасов в ГКЗ, разработка ТЭО и проектирование ГОКа;
- 11 этап (2000-2001 гг) – строительство ГОКа и вахтового поселка;
- 111 этап (с 2002 г) – начало промышленной отработки месторождения с производительностью ГОКа 5 млн. карат алмазов.

Таким образом, в случае успешной реализации существующих планов освоения месторождений им. Ломоносова и им. В. Гриба к 2004 году в Архангельской области будет добываться около 10 млн. карат алмазов в год, из них 4 млн. карат алмазов ювелирного качества, что сопоставимо с размерами добычи алмазов в ЮАР.

3.1.5.Неметаллы

Фосфатное сырье

Производство фоссырья СССР с 1930-х годов базировалось, в основном, на уникальных месторождениях апатит-нефелиновых руд Хибинского массива и в этом отношении резко отличалось от мирового, использовавшего почти исключительно фосфоритовые руды. Лишь в немногих государствах (ЮАР, Финляндия, Вьетнам, Бразилия, Шри Ланка) апатиты занимают доминирующее положение в составе МСБ фосфатов; в целом же 98.7% запасов и 96.5% продукции зарубежных стран составляют фосфориты.

Апатиты

Геолого-промышленные типы апатитовых месторождений в зарубежных странах представлены следующими:

- Остаточно-инфильтрационные коры выветривания (более 30% P_2O_5); к ним принадлежат месторождения Lao Cai (Вьетнам) с 260 млн.т руды при среднем содержании 35%, Eppawela (Шри Ланка) – 50 млн.т с 33% P_2O_5, отработанное в 1962-83 гг месторождение Glenover (ЮАР), из которого за этот период было добыто около 1.5 млн.т руды с 36% P_2O_5.
- Остаточные коры выветривания карбонатитов (7-20% P_2O_5); в эту группу входит ряд месторождений Бразилии (Araxa, Tapira, Catalao 1, Maicuru), запасы которых составляют от 200 до 920 млн.т руды при содержаниях P_2O_5 8-15%, канадские месторождения Cargill (20 млн.т с 28% P_2O_5) и Martison Lake (113

млн.т с 21.4%), месторождения Mount Weld в Австралии, Sukulu в Уганде и Sokli в Финляндии с запасами 100-250 млн.т руды (13-18% P_2O_5).

- Апатит-содержащие карбонатиты, фоскориты, глиммериты (4-10% P_2O_5); среди них наиболее известны бразильские месторождения Anitapolis, Jacupiranga и Siilinjarvi в Финляндии, их запасы варьируют от 90 до 465 млн.т руды, содержащей 4-6.15% пентоксида фосфора.
- Апатит-содержащие пироксениты, якупирангиты (6-8% P_2O_5); разрабатывается одно месторождение этого типа – Palabora (ЮАР), его запасы превышают 1 млрд т руды с 6-8% P_2O_5.
- Апатит-содержащие гематит-магнетитовые руды (0.5-5% P_2O_5); примерами их являются месторождения Швеции (Kiruna, Grengesberg) с извлекаемыми запасами пентоксида фосфора 12 и 4.65 млн.т, соответственно.

За рубежом апатитовые месторождения активно разрабатываются в странах, где отсутствуют фосфоритовые руды или они характеризуются незначительными запасами и/или низким качеством. Так, Бразилия производит в последние годы в пересчете на P_2O_5 около 1300 тыс.т апатитовых концентратов в год, ЮАР -- от 1016 до 1053 тыс.т (целиком на Palabora). Продукция, получаемая на месторождении Lao Cai (Вьетнам), составляет 300 тыс.т P_2O_5 ежегодно, а на месторождении Siilinjarvi (Финляндия) – в среднем 200 тыс.т. В небольших объемах (10-50 тыс.т P_2O_5 в год) апатитовую продукцию выпускают Швеция, Уганда, Шри Ланка и др.

В СССР минерально-сырьевая база фосфатов была представлена апатитовыми (47.8%) и фосфоритовыми рудами примерно в равных объемах; производство же минеральных удобрений более чем на 65% базировалось на апатитовых рудах. Еще более отчетливо преобладающая роль апатитовых руд выявилась в балансе России после распада СССР, когда за пределами РФ оказался самый крупный источник фосфоритов - Каратаусская группа месторождений (Казахстан). Теперь на долю апатитовых руд приходится 81.7% общих запасов и около 85% добычи фоссырья России.

Активные запасы апатитовых руд РФ сосредоточены в основном на Северо-Западе, где разрабатываются месторождения хибинской группы и Ковдорского массива (99.9% добычи апатита в 1999 г). Кроме них Госбалансом учитываются запасы апатитовых руд в корах выветривания карбонатитов Белозиминского и Татарского месторождений (около 17.5 млн.т P_2O_5 при содержаниях 8.7-11.45%) и в комплексных

P-Cu-Fe рудах Волковского месторождения (около 9 млн.т с 3.48%). Неактивными в настоящее время являются запасы в коренных карбонатитах Белой Зимы, габброидах Кручининского массива и мраморах Селигдара. В целом на Северо-Западе размещено более 80% общих и 81.5% промышленных запасов апатитовых руд России.

МСБ апатитов Северо-Запада России включает Хибинскую группу месторождений апатит-нефелиновых руд, месторождения комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых и апатит-штаффелитовых руд Ковдора. Их суммарные балансовые запасы на 1.01.2000г составляют 610.1 млн.т P_2O_5 (95.3% общероссийских активных запасов), а годовой выпуск концентратов в период 1994-1999 гг постепенно вырос с 7.60 до 10.64 млн.т, составляя 96-99.8% всей продукции фосфатного сырья России. Все месторождения, кроме подготавливаемого к освоению Ковдорского апатит-штаффелитового , разрабатываются.

Хибинская группа месторождений апатит-нефелиновых руд

Месторождения апатит-нефелиновых руд пространственно и генетически связаны с крупнейшим в мире массивом нефелиновых сиенитов - Хибинским щелочным плутоном, расположенным в центральной части Кольского полуострова (Мурманская область) между озерами Имандра и Умбозеро. В юго-западной краевой части массива расположен город Кировск.

Открытие апатитовых месторождений Хибинского массива относится к 1920-м годам, когда в период 1921-1927 гг были выявлены практически все месторождения Юго-Западного рудного поля (Кукисвумчоррское, Юкспорское, Апатитовый Цирк, Расвумчоррское), разведочные работы на которых продолжались до 1940 г и были возобновлены после

Апатит-нефелиновые руды Хибинского массива пространственно тесно связаны с продуктивным комплексом ийолит-уртитов (или массивных уртитов-ювитов-окончания Второй мировой войны (1945-1956). В 1932 г было открыто месторождение Ньоркпахк.

В 1956-1975 гг в связи с задачей резкого развития производства минеральных удобрений поисково-разведочными работами были охвачены новые перспективные площади, что привело к открытию месторождений Партомчорр (1958), Коашва (1960), Эвеслогчорр (1969), Олений Ручей (1975) и ряда рудопроявлений. Дальнейшие поиски апатита на территории Хибинского массива не дали положительных результатов - минерализация участка Лявочорр-Валепахк, Поачвумчоррской и Эвеслогчоррской зон,

рудопроявлений Коашкар, Пик Марченко, Цирк Снежный и других характеризуется забалансовыми запасами и пассивными ресурсами. Начиная с середины 1980-х годов, воспроизводство запасов апатит-нефелиновых руд осуществлялось только за счет

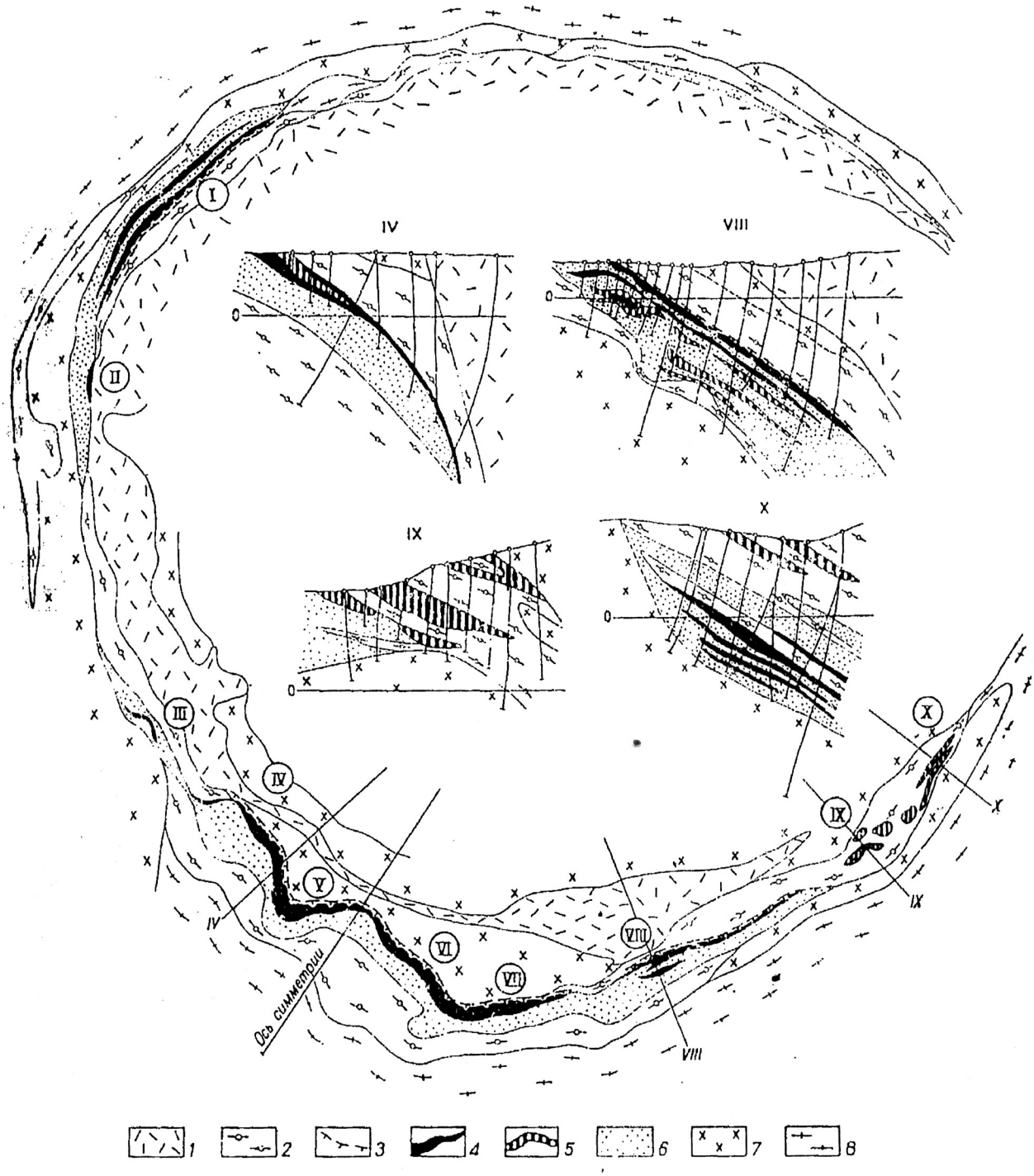


Рис. 9. Схема размещения хибинских апатито-нефелиновых месторождений (составлена Е. А. Каменевым и Р. М. Файзуллиным).

1 – лявочорриты; 2 – уртит-ийолит-мельтейгиты трахитоидные; *3–5* – рудные залежи (и руды): *3* – сфено-апатитовые, *4* – апатито-нефелиновые, *5* – брекчиевые; *6* – уртиты массивные; *7* – рисчорриты; *8* – хибиниты. Месторождения: *II* – Партомчорр; *II* – Куэльпор; *III* – Снежный Цирк; *IV* – Кукисвумчорр; *V* – Юкспор; *VI* – Апатитовый Цирк; *VII* – Плато Расвумчорр; *VIII* – Коашва; *IX* – Ньоркпахк; *X* – Олений Ручей.

Активные запасы апатитовых руд СЗ округа РФ

руда/P_2O_5 млн.т

Месторождение	P_2O_5, %	Балансовые запасы		Запасы А+В+С на 1.01. 2001г	Забалансов. запасы	Прогн. ресур-сы P_1	Производительн. по руде		
		$A+B+C_1$	C_2				достигн.	1996	проектн.
Мурманская область АО «Апатит» Хибинская группа м-ний апатит-нефелиновые руды *Разрабатываемые* Кукисвумчоррское	14.47	500.4 72.4		454.2 65.7	152.4 4.6		58.3 7.8	21.1 2.75	28-30 3.5-3.7
Юкспорское	14.50	600.2 98.0		564.3 81.7	116.6 3.5				
Апатитовый Цирк	14.87	191.5 28.8	5.6 0.7	139.1 20.7	18.6 0.6				
Плато Расвумчорр	14.74	687.9 108.2	28.5 3.6	375.7 55.3	49.3 1.5				
Коашвинское	16.79	728.9 121.0	208.0 26.5	661.0 111.0	44.0 1.5				
Ньоркпахк	14.35	125.2 17.6	8.4 1.2	88.1 12.7	26.8 1.0				
Резервные Олений Ручей	16.18	325.2 52.6	60.3 8.2	325.2 52.6	16.8 2. 0	109.1 15.3			
Эвеслогчоррское	14.65	356.1 52.2	12.0 1.7	356.1 52.2					
Партомчоррское	7.50	748.3 56.1	129.1 9.6	748.3 56.1	238.9 6.7				
Куэльпорское	10.38				43.8 4.5				
Итого Хибинская группа	13.70	4323.7 606.9	448.9 51.5	3712.1 507.9	707.2 25.9	109.1 15.3			
АО «Ковдорский ГОК» *Разрабатываемые* Ковдорское железорудное комплексные бадделеит-апатит-магнетитовые руды	6.78	763.9 51.9	61.1 3.2	426.3 28.3	69.4 4.5		19.8 0.62	10.8 0.52	16.0 0.61
Ковдорское техногенное хвосты ММС 1-го поля	10.92	68.2 7.4		50.6 5.5					
Подготавливаемые к освоению Ковдорское техногенное хвосты ММС 2-го поля	6.00					120 7.2			
Ковдорское апатит-штаффелитовое	16.96	48.9 8.1	2.1 0.3	48.9 8.1	4.2 0.8				
Итого ковдорские	7.65	881.0 67.4	63.2 3.5	525.8 41.9	73.6 5.3	120 7.2			

бортовых содержаний P_2O_5, доразведки глубоких горизонтов и флангов эксплуатируемых месторождений.

Таким образом, сырьевая база АО «Апатит», разрабатывающего апатит-нефелиновые месторождения Хибин, включает шесть эксплуатируемых месторождений: Кукисвумчоррское, Юкспорское, Апатитовый Цирк, Расвумчоррское, Коашвинское и Ньоркпахкское и четыре резервных: Олений Ручей, Эвеслогчоррское, Партомчоррское и Куэльпорское.

Апатит-нефелиновые руды Хибинского массива пространственно тесно связаны с продуктивным комплексом ийолит-уртитов (или массивных уртитов – рисчорритов) и образуют залежи в верхней и средней частях его разреза (рис. 9). Все месторождения объединяются в два морфоструктурных типа:

- одноярусный пластообразный (Кукисвумчорр, Юкспор, Апатитовый Цирк, Расвумчорр) и
- многоярусный сложной морфологии (Коашва, Ньоркпахк, Олений Ручей, Партомчорр).

Все известные месторождения и проявления апатита Хибинского массива группируются в три рудных поля: Юго-Западное, Юго-Восточное и Северо-Западное.

Юго-Западное рудное поле включает эксплуатируемые месторождения Кукисвумчорр, Юкспор, Апатитовый Цирк, Расвумчорр и резервное месторождение Эвеслогчорр. В морфологическом отношении все они представляют собой единую рудную залежь, прослеженную по простиранию на 12 км и по падению до 3-3.5 км. Залежь характеризуется пластовой формой, усложненной раздувами и пережимами, тесной ассоциацией руд с массивными уртитами, относительным постоянством состава и текстурных особенностей руд. Границы между месторождениями проведены условно, без учета морфоструктурных особенностей геологически однородной залежи. Последняя состоит из трех рудных узлов- линз (Кукисвумчорр-Юкспорской, Апатитовый Цирк-Расвумчоррской и Эвеслогчоррской), соединенных малопродуктивными рудными проводниками. Каждый рудный узел (линза) имеет вытянутую форму с отношением мощности, ширины и длины 1: (5-7) : (10-15), а в поперечном сечении - форму двояковыпуклой линзы с пологой ($20\text{-}30^0$) фронтальной и крутой ($50\text{-}60^0$) корневой зонами. Мощность залежи достигает 215 м в приповерхностной части, уменьшаясь с глубиной до 30 м (средняя 100 м),простирание меняется от широтного на юге до северо-западного на западе поля, падение к центру массива, более крутое с глубиной.

рис. 9

Юго-Восточное рудное поле объединяет весьма крупное Коашвинское, крупное Олений Ручей и среднее по масштабам Ньоркпахкское месторождения. Коашва и Ньоркпахк разрабатываются, а месторождение Олений Ручей находится в резерве.Рудная залежь Ньоркпахка залегает в толще трахитоидных ийолитов, остальные два месторождения локализованы на контакте этой толщи с массивными уртитами и внутри последних. Общая протяженность рудного поля 12 км, мощность рудной зоны от 300-500 м (Коашва) до 500-700 м (Олений ручей). Простирание залежей северо-восточное. Все месторождения представлены многоярусными рудными зонами, имеющими сложное геологическое строение.

Рудная зона Коашвинского месторождения залегает в толще трахитоидных ийолитов и уртитов и включает четыре рудных горизонта, разделенные массивным уртитом. Средние мощности горизонтов варьируют в пределах от 31.6 до 42.4 м, протяженности - от 1 до 3.1 км. Все рудные горизонты имеют сложную морфологию, обусловленную изменчивостью мощности и прерывистостью оруденения во всех направлениях. Месторождение Ньоркпахк локализовано в низах разреза расслоенного ийолит-мельтейгитового комплекса у контакта с подстилающими ювит-рисчорритами.Его рудная зона протяженностью 1.8 км и мощностью 285-350 м полого ($10\text{-}25^0$) погружается к северо-востоку и состоит из трех залежей рудной брекчии мощностью от 31.5 до 59 м. Брекчия представлена обломками апатит-нефелиновых руд и массивных уртитов, сцементированными трахитоидным ийолитом. Рудные залежи имеют форму пластов или линз, осложненных раздувами. Месторождение Олений Ручей приурочено к участку выклинивания ийолит-уртитового комплекса и отличается наиболее сложным строением. Рудная зона протяженностью до 3 км и мощностью до 1 км подстилается рисчорритами и хибинитами и перекрыта фойяитами.Общее простирание ее северо-восточное, падение к северо-западу плавно меняется от пологого ($20\text{-}30^0$) на юго-западе до крутого ($60\text{-}70^0$) на северо-восточном фланге. В разрезе зоны выделяются Верхний и Нижний ярусы, каждый из которых представлен серией пластов-линз изменчивой формы и строения, разделенных трахитоидными ийолитами и полевошпатовыми уртитами. Верхний ярус состоит из трех залежей брекчированных руд и напоминает рудную зону Ньоркпахка. Нижний, отделенный толщей уртитов мощностью 300-600 м, включает 4-6 пластовых рудных тел мощностью 24-36 м сложной конфигурации.

Северо-Западное рудное поле. С северо-западной ветвью продуктивного комплекса ийолит-уртитов связаны крупные по масштабам, но сравнительно бедные апатитовые

рудные зоны, представленные Партомчоррским и Куэльпорским месторождениями апатит-нефелиновых руд и протяженной Лявочорр-Валепахк- Намуайвской зоной с непромышленной сфен-апатитовой минерализацией.

Рудная зона Партомчоррского месторождения прослежена в северо-восточном направлении на 6 км, падение к юго-востоку под углами $30\text{-}40^0$ у поверхности и $50\text{-}60^0$ на глубине 1-1.5 км. Подстилающими и рудовмещающими являются массивные уртиты, перекрывается рудная зона трахитоидными ийолит-мельтейгитами. В рудной зоне выделены три пластовые рудные залежи мощностью от 16 до 36.8 м, разделенные уртитовыми прослоями (20-50 м). В разрезе залежей апатит-нефелиновые руды чередуются с ийолитами и уртитами, несущими вкрапленную непромышленную апатитовую минерализацию, на долю которых приходится более 30% объема рудной массы.. Этим объясняется резкое снижение в рудных телах Партомчорра среднего содержания P_2O_5 – 7.5% в среднем по месторождению.

Апатитовые руды хибинских месторождений являются комплексным минеральным сырьем. В промышленных масштабах освоено получение из них апатитового и нефелинового концентратов, разработаны, но не реализуются технологические схемы производства эгиринового, сфенового и титаномагнетитового концентратов. Общий перечень полезных компонентов, извлечение которых возможно из этих концентратов, включает P_2O_5, Al_2O_3, TiO_2, SrO, RE_2O_3, Nb_2O_5, V_2O_5, F, Ga_2O_3, Rb_2O. Однако, на практике в полном объеме извлекается лишь апатитовый концентрат, а производство нефелинового концентрата ограничено невысокой потребностью в нем глиноземного производства России (около 17% от возможного выпуска). При переработке апатита на фосфорные удобрения частично извлекается фтор (примерно 25%) и в небольших количествах - редкоземельные металлы и стронций. Тем не менее, по ряду месторождений апатит-нефелиновых руд Хибин подсчитаны и учтены Госбалансом РФ запасы фтора, стронция, редкоземельных металлов, титана, которые являются, несомненно, активными лишь частично, особенно в современных экономических условиях.

Разработка месторождений апатит-нефелиновых руд Хибинского массива осуществляется комбинатом (ныне АООТ) «Апатит» с 1930 года. Долгое время эксплуатировалось только Кукисвумчоррское месторождение, на базе которого действовали Кировский рудник и обогатительная фабрика АНОФ-1. В 1950-е годы с ростом потребности в минеральных удобрениях начинается отработка, главным образом подземная, Юкспорского месторождения (одноименный рудник) и

месторождения Апатитовый Цирк (Расвумчоррский рудник). Это позволило более чем вдвое увеличить производство апатитового концентрата, однако подлинный размах в освоении сырьевых ресурсов Хибин связан с вводом в эксплуатацию в 1963-64 крупнейшего горнодобывающего предприятия - карьера Центральный на Плато Расвумчорр, мощность которого почти достигает суммарную трех остальных рудников, и новой обогатительной фабрики АНОФ-2. Созданный горнообогатительный комплекс к 1980 году достиг производительности по сырой руде около 42.5 млн.т и по апатитовому концентрату более 17 млн.т, прочно занимая лидирующее положение среди поставщиков фосфатной продукции и обеспечивая более 60% потребности СССР в фоссырье. Столь интенсивная отработка месторождений (в 1985-90 годах годовая выемка руды только на Центральном руднике превышала 25 млн.т) потребовала дальнейшего расширения фронта эксплуатационных работ, и в 1978 вводится в строй Восточный рудник, разрабатывающий открытым способом Коашвинское, а с 1985 и Ньоркпахкское месторождения. В середине 1988 заканчивается строительство новой обогатительной фабрики АНОФ-3. К 1990 году общая мощность добывающих предприятий, разрабатывающих 6 месторождений, превысила 60 млн.т руды. Такая производительность могла обеспечить стабильный выпуск апатитового концентрата, годовая потребность в котором планировалась на 1995-2010 годы в пределах 17-19 млн.т. Для восполнения выбывающих мощностей Центрального рудника и Ньорпахкского карьера предполагался ввод в эксплуатацию месторождений Олений Ручей (2000) и Партомчорр (2010).

Однако, уже в 1991 в связи с общим экономическим кризисом в России начался спад производства и на АО «Апатит», и в 1994-96 годах общая добыча руды лишь немного превышала 20 млн.т в год (в среднем менее 22 млн.т, т.е 35-40% добычи 1990 г), а производство апатитового концентрата колебалось в пределах 6.5-7.4 млн.т в год. В этих условиях с начала 1996 временно законсервирован Ньоркпахкский карьер, а перспективы освоения новых (резервных) месторождений утратили какую-либо определенность.

С 1997 г АО «Апатит» постепенно выходит из кризисного состояния, к 2000 году фиксируется рост производительности предприятия по руде до 28.5 млн.т, по апатитовому концентрату – до 9 млн.т. В дальнейшем, на период до 2005 г объединение планирует с учетом сокращения запасов, доступных для открытой добычи, и состояния внутреннего рынка фоссырья уровень годовой добычи руды около 31 млн.т с производством концентрата в размере 9-9.5 млн.т. За весь период разработки

хибинских месторождений к концу 2001 г общая добыча апатит-нефелиновой руды составила 1.5 млрд.т, суммарный выпуск апатитового концентрата превысил около 520 млн.т.

В период 1994-96 годов произошел резкий спад в потреблении минеральных удобрений сельским хозяйством России. В 1994 из заявленной потребности в минудобрениях в 9.3 млн.т сельскохозяйственные производители смогли выкупить лишь 1.3 млн.т, в 1995 удобрения приобрели только отдельные хозяйства, а под урожай 1996 года закупки удобрений не производились вообще. Такое положение обусловлено неплатежеспособностью потребителей и ростом внутренних цен на фоссырье, что с учетом постоянного повышения транспортных и других тарифов вынуждает искать альтернативные источники фосфорного сырья, в том числе в виде импорта. Высокая стоимость хибинского концентрата обусловила свертывание производства удобрений в сравнительно отдаленных регионах России и СНГ; главными потребителями его в РФ остались «Аммофос» (г.Череповец) и «Воскресенские минудобрения». Одновременно происходит рост объема экспорта апатитовой продукции как в виде концентратов, так и в виде минудобрений.

Ковдорские месторождения фосфатных руд

К Ковдорскому массиву щелочных ультрамафитов, фоидолитов и карбонатитов приурочены месторождения комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых и апатит-штаффелитовых руд, образование которых связано с карбонатитовым и гипергенным этапами формирования комплекса. В 1990-е годы разведано и начало разрабатываться техногенное апатит-бадделеитовое месторождение, представленное хвостами мокрой магнитной сепарации (ММС) комплексных руд.

Ковдорский массив расположен на юго-западе Кольского полуострова (Мурманская область), на его территории находится город Ковдор. Все месторождения фосфатных руд локализованы в западной краевой части массива и частично за его пределами в зоне фенитов, насыщенных карбонатитовыми телами.

Месторождение комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых руд и техногенное апатит-бадделеитовое месторождение

Характеристика месторождения комплексных руд приведена в разделе «Железные руды», техногенного - в разделе «Цирконий». Разработка обоих месторождений ведется Ковдорским ГОКом (АО «Ковдорский ГОК»).

Извлечение апатита в самостоятельный концентрат флотацией хвостов магнитной сепарации было начато в 1975 г с вводом в строй апатит-бадделеитовой обогатительной фабрики (АБОФ). К началу 1980-х была достигнута проектная мощность 1-ой очереди АБОФ по выпуску 900-950 тыс.т апатитового концентрата в год, дальнейшее расширение производственных мощностей позволило увеличить его к 1989-90 гг до 1.6 млн.т. В этот период основным продуктом Ковдорского ГОКа оставался магнетитовый концентрат, апатит был побочной продукцией, что и определяло как низкое извлечение P_2O_5 в апатитовый концентрат, так и низкое качество концентрата (36-37% P_2O_5, до 4% MgO, до 5.8% CO_2). Апатитовый концентрат 1980-х годов содержал 2-8% форстерита и до 12% карбонатов, что резко ограничивало области его применения, главным образом, производством плавленных магнезиальных и кормовых обесфторенных фосфатов для внутреннего рынка. В 1990 г экспорт апатитовой продукции составил менее 10%.

Изменения в российской экономике периода 1991-1995 гг заметно сместили акценты в продукции АО «Ковдорский ГОК». Резкое снижение внутрироссийской потребности в выпускаемых концентратах и возможность экономической стабилизации, главным образом, только за счет экспорта продукции определили резкий рост выпуска бадделеитового концентрата при двукратном сокращении производства магнетитового и одновременно приведение качества выпускаемой товарной продукции (апатитовый и бадделеитовый концентраты) в соответствие с требованиями мирового рынка. Производство апатитового концентрата в период 1990-1998 гг после резкого падения в 1993-94 до 0.5 млн.т в год уже в 1996 достигло уровня 1.4 млн.т, а в 1998 – 1.6 млн.т за счет как вовлечение в переработку лежалых хвостов техногенного месторождения, так и повышения извлечения пентоксида фосфора в концентрат (см. таблицу). Повышение содержания в апатитовом концентрате P_2O_5 до 38.2% и снижение концентраций форстерита и карбонатов позволили увеличить экспорт до 55-60% объема производимой фосфатной продукции.

Год	1990	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Объем переработки - комплексн. руд, млн.т	16.1	12.0	н.д.	8.8	7.8	8.4	8.0	8.9
- лежалых хвостов, млн.т	-	0.2	н.д.	0.5	3.1	3.2	4.0	3.4
Выпуск конц-та, млн.т	1.6	0.5	н.д.	1.1	1.4	1.5	1.6	1.6

Содержание в конц-те, % - P_2O_5	37.0	38.0	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2
- MgO	2.07	н.д.	2.17	2.09	1.69	1.71	н.д.	1.7
- CO_2	5.8	н.д..	н.д.	н.д.	н.д.	2.7	н.д.	2.7
Извлечение P_2O_5 в апатитовый концентрат, %	54	21.5	59.4	60.9	62.5	60.3	62.5	62.5
Доля экспорта апатитового концентрата, %	9.3	24	44	59	52.7	59.3	55.9	57.6

Месторождение апатит-штаффелитовых руд

Апатит-штаффелитовые коры выветривания известны на Ковдорском массиве с 1950-х, однако масштабы развития и промышленное значение их выявились лишь к 1970 году, когда на юго-западе массива были проведены детальные поиски. В 1972-75 на месторождении выполнена предварительная разведка, а в 1977 завершены детально-разведочные работы.

Апатит-штаффелитовые руды расположены в юго-западном экзоконтактовом секторе массива на участке высокой концентрации в фенитах карбонатитовых тел, благоприятных для формирования гипергенных фосфатов.Это определило строгую избирательность в развитии руд по карбонатитам и отчасти кальцит-магнетитовым рудам с образованием над ними «фосфатных шляп».

Залежь апатит-штаффелитовых руд залегает на карбонатитах полукольцевой зоны, а южнее железорудного штока - также на линейных карбонатитах. В целом она заполняет обширную депрессию на поверхности карбонатитов, прослеживаясь вдоль контакта массива на 3 км. В структуре залежи выделяются четыре крупные котловины площадью 200-500х120-300 м и глубиной 120-130 м, разделенные участками воздымания подошвы, где на глубинах 20-30 м залежь распадается на серию разобщенных узлов, рукавов и пр. В поперечном сечении она имеет корытообразную форму, от невыветрелых карбонатитов апатит-штаффелитовая руда отделена зоной дезинтегрированных и выщелоченных карбонатитов (до нескольких десятков метров). Рудная залежь содержит многочисленные ксенолиты, останцы и т.д. некондиционных по содержанию P_2O_5 штаффелитизированных фенитов и ийолит-мельтейгитов, составляющих в среднем около 20% объема.

Выделяются апатит-штаффелит-магнетитовые, апатит-штаффелитовые и апатит-штаффелит-гидрослюдистые разности руд.

Апатит-штаффелит-магнетитовые руды развиты только в пределах железорудного месторождения в виде линейных тел в зонах дробления. Они, в основном, выработаны и сохранились лишь в виде корневых частей. В составе руд преобладают остаточные магнетит (50-60%) и апатит (20-30%), вторичный штаффелит(20-30, до 50%) цементирует их, частично замещая апатит. Характерны кавернозные, ячеистые и губчатые текстуры.

Богатые апатит-штаффелитовые руды с содержанием P_2O_5 более 18-19% приурочены к коре выветривания более или менее сплошных карбонатитовых тел и развиты, в основном, в ее верхних горизонтах. Текстура брекчиевидная или полосчатая, пятнистая - унаследованная от карбонатитов, но пористая. Обломочный материал (апатит, магнетит, форстерит и др.) составляет 40-80%, в том числе до 25-30% апатита, цемент представлен мелкозернистым штаффелитом. Обычное содержание P_2O_5 24-34%.

Апатит-штаффелит-гидрослюдистые руды (рядовые и бедные) приурочены к корам выветривания карбонатитов, насыщенных силикатным материалом. Они представлены рыхлыми сыпучими, иногда глиноподобными породами с включениями фенитов, ийолитов, твейтозитов и состоят из мелкозернистых агрегатов вермикулита и гидрофлогопита, сцементированных штаффелитом или агрегатом штаффелита с шабазитом.

Среднее содержание пентоксида фосфора в рудах месторождения 15.68%, общего железа – 8.08%. P_2O_5 практически полностью находится в апатите и штаффелите в среднем соотношении 1:1. Главными концентраторами железа являются магнетит (51.6%) и лимонит (30.9%); цирконий, среднее содержание которого в руде составляет 0.05%, представлен одним бадделеитом. Обогатимость руд апатит-штаффелитового месторождения изучена на пробах весом от 1.5 до 50 т (Механобр, ГИГХС, ГИ КНЦ РАН). В качестве оптимальной рекомендована магнитно-флотационная схема обогащения, по которой получены фосфатный (35.3-37.05% P_2O_5, извлечение 65.2-89.7%) и железный (65-67.9% $Fe_{общ}$, извлечение 46-68.8%) концентраты.

В связи с тем, что отработка техногенного месторождения (лежалые хвосты) планируется к 2011 году, с 2000 г АО «Ковдорский ГОК» приступило к геолого-технологическому доизучению апатит-штаффелитовых руд. В 2007-2008 гг планируется приступить к работам по освоению этого месторождения и строительству

горно-обогатительного предприятия производительностью 500 тыс.т фосфатного концентрата в год.

Фосфориты

Общие запасы фосфоритов в мире на 1992 г. оценивались в 25 млрд.т, среднегодовое мировое производство в 1988-1992 гг составляло около 45.5 млн.т.

Крупнейшие в мире фосфатоносные бассейны расположены в Северной Америке (США) и Северной Африке (Средиземноморская фосфатогенная провинция, охватывающая С.Африку и Ср.Восток). В пределах Средиземноморской провинции крупнейшими ресурсами фосфоритов обладают Марокко, Зап. Сахара, Египет, Саудовская Аравия и др.

Ниже приводятся общие запасы восьми стран (95% мировых), млн.т P_2O_5.

Страна	Запасы	Средн. P_2O_5,%
Марокко	16184	23-30
США	4200	30-36
Зап.Сахара	1105.5	31-36
Египет	868	н.д.
Саудовская Аравия	585	18-21
Ангола	560	н.д.
Ирак	510	22
Австралия	462.5	н.д.

Главными производителями фосфоритовой продукции являются США (14млн.т в пересчете на пентоксид), Марокко (6.27 млн.т), Китай (4.9 млн.т), Тунис (1.94 млн.т), Иордания (1.53 млн.т), Того (0.9 млн.т) и Сенегал (0.7 млн.т), всего – 66% общемировой продукции.

В России на начало 1997 года общие запасы фосфоритов составляли 4010 млн.т (361 млн. т P_2O_5), подтвержденные – 397 млн.т (35.7 млн.т) при среднем содержании 9% P_2O_5. Госбалансом учитываются запасы Кингисеппского, Егорьевского, Полпинского и Вятско-Камского фосфоритовых месторождений, разработка всех их вызывает острые экологические проблемы в связи с наличием сельскохозяйственных и лесных угодий. Производство фосмуки на последних трех месторождениях в 1995 году было прекращено, поскольку из-за высокой цены и транспортных тарифов потребители в Нечерноземье, Сибири, Украине и Белоруссии отказались от их продукции.

Кингисеппское месторождение

Единственное в СЗ округе РФ Кингисеппское месторождение фосфоритов расположено в Кингисеппском районе Ленинградской области между городами Кингисепп и Ивангород. Контур месторождения вытянут в широтном направлении на 21 км при ширине 5-15 км. Месторождение было открыто в 1947-49 гг. Оно состоит из Северного и Южного участков, разделенных охранным целиком под шоссейной дорогой и железнодорожной линией С-Петербург – Таллин.

Северный участок был разведан в 1950-53 гг, разрабатывался в 1963-1980 годах, и к настоящему времени все его запасы полностью отработаны, за исключением охранных целиков и небольших запасов категории C_2, расположенных вне проектных контуров карьеров под сельскохозяйственными угодиями. На Южном участке детальная разведка была завершена в 1975 г, тогда же запасы были утверждены ГКЗ. Эксплуатационные работы на нем начаты в 1977 г.

Активные запасы фосфоритов СЗ округа РФ

Руда/P_2O_5, млн.т

Месторождение	P_2O_5, %	Балансовые запасы		Забалансовые запасы	Запасы $A+B+C_1$ на 1.01.2001г	Производительность по руде	
		$A+B+C_1$	C_2			2000г	проектн
Ленинградская область АО «Фосфорит» *Разрабатываемые* Кингисеппское ракушечные фосфориты в т.ч. участки:	6.65	385.9 25.6	29.7 2.2	29.6 2.1	229.7 15.3	2.2	7.0
- Северный	4.55	54.5 3.4	3.3 0.2	-	-		
целики	6.59	34.1 2.3			31.3 2.06		
- Южный	6.81	205.2 13.5	23.3 1.8	26.4 1.9	139.7 9.5		
целики	6.34	65.0 4.2			69.7 4.4		
- зеленая зона городов Кингисепп, Ивангород	6.40	126.2 8.6	3.1 0.2	3.2 0.2	90.0 5.8		

Фосфатоносные отложения принадлежат к пакеортскому горизонту тремадокского яруса (нижний ордовик) и залегают на размытой поверхности кембрийских песчаников. Продуктивный пласт сложен кварцевыми песками и песчаниками, содержащими включения обломков и целых створок фосфатных раковин брахеопод, в составе которых содержится около 36% P_2O_5. Мощность пласта 1.5-3.5 м, на Северном участке он выходит под четвертичный покров, на остальной части перекрыт глауконитовыми глинами и песчаниками, выше которых залегает толща карбонатных пород. Общее залегание характеризуется незначительным наклоном к юго-юго-востоку с углами падения 5-10', изредка до 30'. Моноклинальное залегание осложнено системой пологих складок с падением пород на крыльях до 1^0.

Общая глубина залегания продуктивного горизонта от 10-15 м на севере месторождения до 35-45 м на юге. Мощность его варьирует в пределах от 1 до 3.9 м, в среднем составляя 2.58 м.

Минеральный состав фосфоритов определяется кварцем и фосфатными раковинами, в сумме составляющими 74-93% породы, карбонатами, глауконитом и примесью пирита, лимонита, амфибола, турмалина. Почти весь фосфат находится в фракции –3+0.1 мм с максимумом в фракции –3+1 мм. Фосфатный материал представляет собой смесь фтор-карбонат-апатита, фтор-апатита и гидроксил-апатита.

99% пентоксида фосфора связано с брахеоподовым детритом, остальное представлено хемогенным фосфатом в виде пленочного цемента и редкими микроконкрециями. Детрит содержит (%): 36.14 P_2O_5, 50.77 CaO, 3.07 CO_2, 2.98 F, 0.54 Al_2O_3, 0.50 MgO, 0.48 SO_3, 0.42 TiO_2. Среднее содержание P_2O_5 по месторождению 6.6%, по фракциям оно меняется от 4.16 до 19.02%. Наблюдается закономерное возрастание концентрации фосфора по простиранию с запада на восток и по разрезу от подошвы к кровле.

Кингисеппское месторождение разрабатывается комбинатом (ныне ОАО) «Фосфорит», производящим минеральные удобрения для Нечерноземной зоны РФ, Белоруссии, ранее – Прибалтики. Часть продукции с содержанием P_2O_5 выше 28% направляется на химзаводы для переработки на суперфосфат. Проектная мощность предприятия (две очереди развития) 1640 тыс.т фосконцентрата. Разработка месторождения ведется открытым способом, руда обогащается с производством фосмуки (концентрата) с 27-28.4% P_2O_5.

В 1970-74 гг на обогатительной фабрике ежегодно перерабатывалось 6550-6950 тыс.т фосруды со средним содержанием 6.24-6.69% P_2O_5 и производилось 1622-1812

тыс.т фосмуки при товарном извлечении P_2O_5 80%. Из этой продукции 920-1390 тыс.т потреблялось сельским хозяйством, 400-715 тыс.т направлялось на переработку на суперфосфат, 16-59 тыс.т экспортировалось в страны СЭВ.

В 2000 г на ОФ переработано 2151.8 тыс.т руды с 6.79% P_2O_5 и произведено 377.9 тыс.т фосмуки с 27.46%. Товарное извлечение составило 73.1%.Хвосты обогащения (кварцевые пески с 2.21% P_2O_5) частично использованы для производства стройматериалов (около 5%). С 1993 года фосмука стала использоваться непосредственно АООТ «Фосфорит» для производства аммофоса и технических фосфатов. В 2000 г из 393.8 тыс.т реализованной фосмуки 390.9 тыс.т использовано для собственного производства и лишь 2.9 тыс.т отгружено заводу в г. Ревду.

Обеспеченность запасами категорий $A+B+C_1$ по проектной производительности (7 млн.т товарной руды) 32 года, в проектном контуре отработки – 23 года.

Породы вскрыши представлены рыхлыми отложениями мощностью 1-18 м и скальными породами (доломитизированные известняки и доломиты ордовика, среднего девона) мощностью 3.5-19.5 м с увеличением мощности к юго-востоку.

Барит

В 1998 г мировая добыча барита составила 6 млн.т, из них 3.3 млн.т – в КНР. Доля России в мировой добыче и запасах барита не превысила 2.1% и 2.5%, соответственно.

В 1980-е годы СССР занимал первое место в мире по запасам барита и второе по добыче и потреблению, причем более 50% барита потреблялось в Российской Федерации. В стране действовало 12 ГОКов, ежегодно выпускавших 1.1-1.3 млн.т баритового концентрата. Однако, потребности промышленности удовлетворялись собственным сырьем лишь на 55-65%, и дефицит покрывался импортом (250-300 тыс.т ежегодно) и заменой баритового утяжелителя в буровых растворах железистым.

Основные месторождения и ГОКи были сосредоточены в Казахстане (более 80% запасов и свыше 85% продукции), Грузии и Кемеровской области РФ (Салаирский ГОК, 134 тыс.т концентрата). 90% барита производилось на предприятиях цветной металлургии попутно при разработке полиметаллических месторождений. Используемая технология была направлена на максимальное извлечение основных компонентов, и получаемый флотационный баритовый концентрат характеризовался низким качеством (марки КБ 4-6) и требовал доработки для использования в качестве утяжелителя. Лишь 4% продукции соответствовала марке КБ 3; концентраты высших марок для лакокрасочной, электротехнической, резиновой промышленности вообще не

производились, и потребности в них покрывались импортными поставками (около 30 тыс.т в 1997 году).

В начале 1990-х годов положение резко изменилось, поскольку подавляющая часть (89%) запасов барита и горнодобывающих предприятий оказалась за пределами России. Единственный оставшийся продуцент -- Салаирский ГОК снизил выпуск баритового концентрата до 71 тыс.т (в 1993 г), и обеспеченность потребностей промышленности собственным сырьем упала до 5-6%.

Госбалансом РФ учтены запасы барита по 20 месторождениям в размере 21.6 млн.т, в том числе 15.1 млн.т по категориям $A+B+C_1$.Они сосредоточены, главным образом, в Сибири (75%). Более половины (54.3%) разведанных запасов относятся к комплексным сульфидно-баритовым месторождениям и характеризуются рудами низкого качества (14.5% $BaSO_4$). Средние содержания сульфата бария в рудах собственно баритовых месторождений составляют 51%, в т.ч. для коренных 72-85%, кор выветривания 22.8%, техногенных 35.9-43.8%. В настоящее время разрабатываются три сульфидно-баритовых месторождения: Кварцевая Сопка (Салаирский ГОК), Молодежное (Учалинский ГОК, Челябинская область) и Зареченское (Змеиногорский ГОК, Алтайский край). Баритовый концентрат выпускается только на первом из них, поскольку производство барита на двух других, а также разведанных сульфидно-баритовых (Джусинское, Талганское, Ново-Урское, Белоключевское, Троицкое, Самойловское, Среднее, Степное, Юбилейное, Кзыл-Таштыгское) и собственно баритовом Медведевском нерентабельно вследствие низкого качества и незначительных запасов руд. Суммарные запасы перечисленных 14 месторождений составляют 25.8% общероссийских балансовых категорий $A+B+C_1$ и 68% категории C_2 и подлежат исключению из баланса.

Реальная сырьевая база барита России представлена шестью месторождениями: Кварцевая Сопка, разведанными сульфидно-баритовым Первомайским и собственно баритовыми Ново-Урским и Белоключевским (все в Кемеровской области), Хойлинским (Республика Коми) и Толчеинским (Хакасия). Причем общие запасы барита Первомайского, Ново-Урского и Белоключевского месторождений способны обеспечить Салаирский ГОК лишь на 1 год работы.

На запасах Хойлинского и Толчеинского месторождений, расположенных вблизи Тимано-Печорского и Западно-Сибирского нефтегазовых комплексов, возможно строительство добывающих предприятий с производительностью 100-110 тыс.т каждое. В районах этих месторождений имеются и резервные объекты –

предварительно оцененные Малохойлинское и Кутень-Булукское месторождения с суммарными ресурсами около 20 млн.т

Хойлинское месторождение барита

Месторождение расположено в 95 км к югу от гор.Воркута и в 44 км юго-западнее ст.Елецкая, вблизи железнодорожных линий Котлас-Воркута и Чум-Лабытнанги. Хойлинское месторождение разведано в начале 1980-х годов, запасы утверждены ГКЗ в 1983 г. С 1997 года его освоением занято ЗАО «Хойлинский ГОК», в этом же году завершены вскрышные работы на карьере 1 очереди, выполнена промышленная

Активные запасы барита СЗ округа РФ

руда/барит, тыс.т

Месторождение	Средн.содерж. $BaSO_4$,%	Балансовые запасы на 1.01.2001 г		Забалансовые запасы	Проектная производит.
		$B+C_1$	C_2		
Республика Коми ЗАО «Хойлинский ГОК» *Разрабатываемые* Хойлинское	85.45	2186 1868	-	598 435	120 100

апробация технологических схем обогащения. В 1998 году произведена выемка первой партии руды 30 тыс.т.

Баритовая руда слагает субпластовую залежь на границе средне-верхнедевонских и верхнедевонско-нижнекарбоновых отложений, имеющую падение к юго-востоку под углами 40-65^0 и расчлененную дизъюнктивной тектоникой на три крупных и ряд мелких баритовых тел (рис. 10). Крупные тела баритовых руд получили названия Западное, Центральное и Восточное; их протяженность по простиранию и падению составляет соответственно 900х400, 400х350 и 1500х500 м, средняя мощность от 3.5 до 6.4 м.

Запасы руды подсчитаны по Западному, Центральному и Восточному рудным телам в размере $B+C_1$ 3.77 млн.т и C_2 5.43 млн.т (всего 6.77 млн.т $BaSO_4$). Среднее содержание сульфата бария составляет по Западному рудному телу 72.6%, Центральному – 61.8%, Восточному – 78.1%. Оценка прогнозных ресурсов P_1 составляет 9.18 млн.т руды (6.96 млн.т $BaSO_4$). ГКЗ утверждены запасы в контурах

карьеров до глубины 80 м с содержанием сульфата бария 85.4%, позволяющим использовать руду без обогащения для производства утяжелителей буровых растворов (см. таблицу).

Утвержден проект строительства рудника с открытой добычей мощностью 120 тыс.т руды в год и обогатительной фабрики в г. Воркуте с годовым выпуском баритового концентрата в объеме 104 тыс.т [13]; при этой производительности обеспеченность разведанными запасами в контуре проектной отработки составляет 19 лет. Предполагался выход предприятия на проектную производительность уже в 2000 г, но в этом году добыча руды составила лишь 36.8 тыс.т. К концу 2001 г завершено строителство карьера с начальной инфраструктурой, начато строительство ОФ по

рис. 10

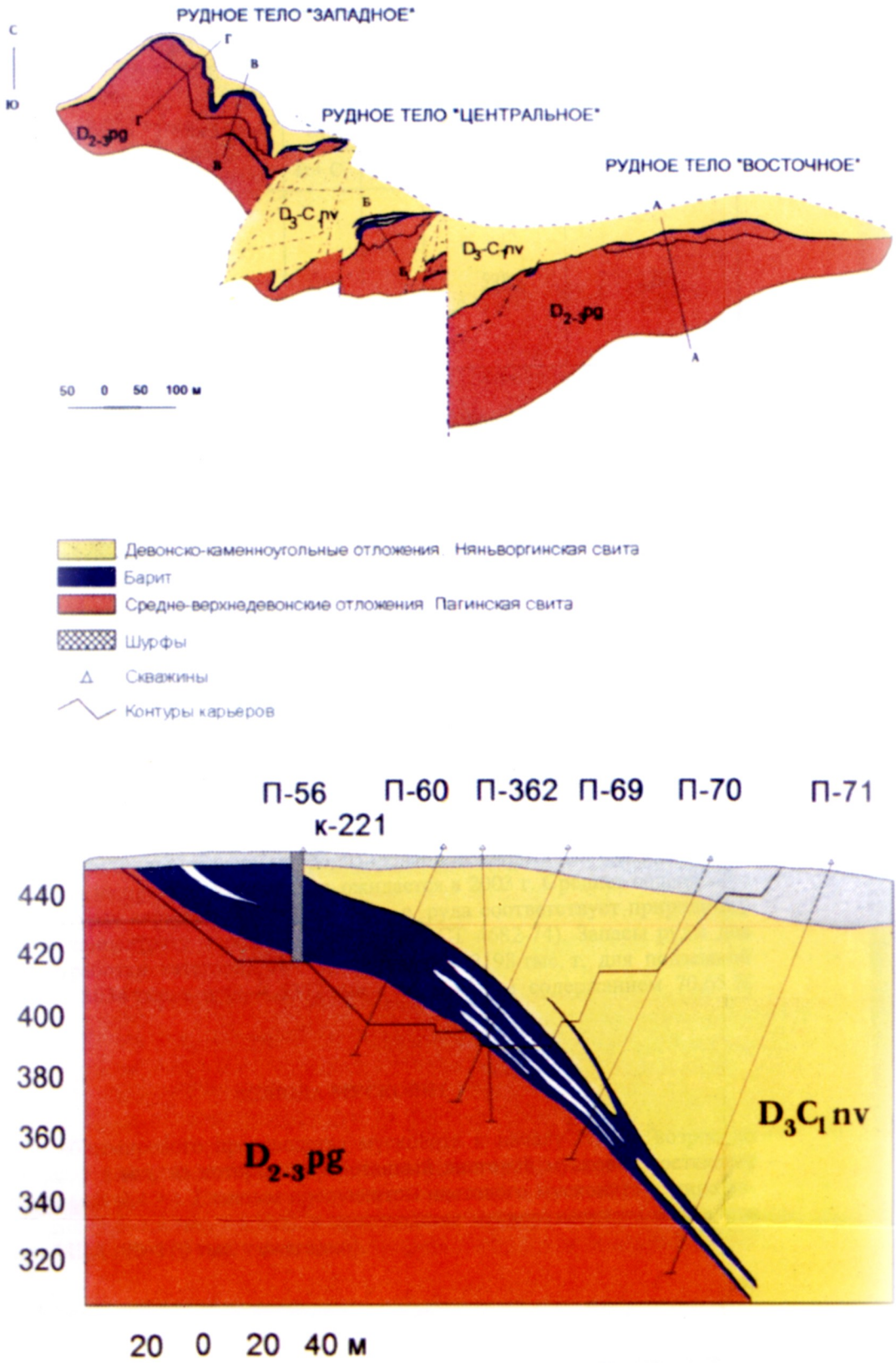


Рис. 10. Схема геологического строения Хойлинского баритового месторождения.

по переработке кусковой руды. Параллельно была осуществлена добыча 60 тыс.т руды. С начала 2002 г ведется сооружение технологической линии по выпуску микронизированного барита. Выход ЗАО «Хойлинский ГОК» на проектную мощность ожидается в 2003 году. Среднее содержание $BaSO_4$ в контурах карьеров 84.78—86.04% т.е.руда соответствует природному баритовому концентрату марок КБ6 и КБ5 (ГОСТ 4682-74). Запасы руды для открытой отработки категорий $B+C_1$ составляют 2198 тыс.т, для подземной добычи – C_1 1034 тыс.т и C_2 5372 тыс.т со средним содержанием 70.65% $BaSO_4$.

Слюда-мусковит

Объем общемирового производства мусковита к началу XX1 века возрос до 200-215 тыс. т в год, из которых обработанный листовой мусковит составляет 3.8-5 тыс. т (1.8-2.4%). Главным продуцентом листового мусковита в мире является Индия (1.5-1.8 тыс. т в год), в производстве мелкоразмерного мусковита лидирует США (90-110 тыс. т ежегодно).

За годы существования СССР в России была создана сырьевая база мусковита мирового значения, в первую очередь его листовой разновидности. К числу главных регионов с развитой добывающей промышленностью принадлежали Мурманская область (трест Ковдорслюда), Карельская АССР (трест Карелслюда) и Иркутская область (трест Мамслюда), причем добыча листового мусковита на Северо-Западе в Енском и Чупино-Лоухском слюдоносных районах велась с начала второго тысячелетия. В советское время на лидирующие позиции выдвинулся Мамско-Чуйский слюдоносный район в Иркутской области, где только с 1926 года было добыто около 700 тыс.т забойного сырца. Однако, в середине 1990-х годов в России наступил глубокий кризис в сфере спроса и потребления слюдяной продукции, обусловленный резким спадом в потребляющих отраслях отечественной промышленности (в первую очередь, в оборонной).

Основные запасы мусковита разведаны на Северо-Западе РФ, юге Сибири и на Урале в 7 субъектах Федерации. Общие балансовые запасы категорий $B+C_1$ составляют 433.7 тыс.т по листовому и 1216.5 тыс.т по мелкоразмерному мусковиту; для категории C_2 - 426.3 и 360.5 тыс.т, соответственно. Кроме того, в Иркутской и Читинской областях учтены запасы чешуйки в размере 9016 тыс.т по $B+C_1$ и 1398 тыс.т по C_2, связанной с грейзенами и слюдистыми сланцами. Безусловным лидером по разведанным запасам является Иркутская область - более 81% листового и 98%

мелкоразмерного мусковита, на Северо-Запад РФ приходится 16% разведанных запасов листового мусковита и 2% мелкоразмерного.

Активные запасы листового мусковита СЗ округа РФ на 1.01.2001 г

мусковит листовой, тыс.т

Месторождение	Содержание забойного сырца, кг/м^3	Балансовые запасы		Забалансовые запасы
		A+B+C_1	C_2	
Мурманская область				
Госрезерв				
Енское	19.0-195.6	13.1	12.3	4.6
Риколатвинское	23.7	7.0	24.3	5.0
Неблагорское	90.6	3.8	11.0	0.1
Прочие (17 объектов)		12.5	5.0	6.9
Республика Карелия				
Госрезерв				
Плотина	6.6-71.8	5.4	24.5	2.6
Слюдозеро	18.5-133.2	-	6.1	-
Малиновая Варака	6.5-75.0	7.6	14.5	0.9
Станционное	14.1-227.8	1.9	1.0	0.4
Карельское	11.9-147.0	0.6	0.7	0.6
Тэдино	11.8-317.7	6.6	4.8	0.2
Слюдяной Бор	0.8-30.5	7.2	2.9	5.6
Прочие (20 объектов)		4.4	8.7	-
Всего		69.7	115.8	26.9

В Мурманской области разработка слюдоносных пегматитов производилась двумя рудниками Енского и Риколатвинского месторождений (комбинат «Ковдорслюда»), добыча листового мусковита осуществлялась подземным способом до глубины 300 м. Общая годовая продукция составляла около 1 тыс.т забойного сырца.

На территории Республики Карелия выделены два слюдоносных района: Чупино-Лоухский, объединяющий 26 месторождений с балансовыми запасами листового мусковита, и Кемско-Беломорский, представленный одним промышленным месторождением Слюдяной Бор. Часть месторождений разрабатывалась ГОКом «Карелслюда» подземным способом.

Добыча листового мусковита практически прекратилась в Карело-Кольском регионе в 1995 году в связи с резким падением спроса на него, как следствия широкого развития микроэлектроники и неконкурентоспособности в этих условиях изделий из

листового мусковита. В 1996 г. эксплуатационные шахты на всех слюдяных рудниках были законсервированы, в дальнейшем – частично или полностью затоплены.Лицензии на пользование месторождениями мусковита изъяты, оставшиеся запасы слюды переведены в Государственный резерв. АО «Ковдорслюда» продолжает разработку только флогопитового и вермикулитового месторождений на Ковдорском массиве, в 1996 г. принято решение о ликвидации ГП «ГОК «Карелслюда». Программа ликвидации последнего включает ликвидацию 19 шахтных стволов на четырех подземных рудниках («Плотина», «Лопатовая Губа», «Тэдино», «Северный») и трех карьеров («Хетоламбино», «Ураккоозеро», «Чкаловский») и рассчитана на период 1999-2002 гг.

Активные запасы мелкоразмерного мусковита СЗ округа РФ

мусковит, тыс.т

Месторождение	Содержание мусковита, кг/м^3	Балансовые запасы		Забалансовые запасы	Прогнозные ресурсы P_1
		$B+C_1$	C_2		
Мурманская область					
Госрезерв					
Енское	77.5	14.8	27.8	0.2	
Риколатвинское	29.2	1.1	48.9	1.5	
в т.ч. ТОО «Мусковит»					
Разрабатываемые техногенное (отвалы штолен 25, 3, 27)	205.2	86.7			
Госрезерв					
Неблагорское		5.8	19.0		
Прочие		6.1	18.7		
Республика Карелия					
Госрезерв					
Плотина	8.3-254.9		36.5	6.2	49.6
Малиновая Варака	13.6-132.6		50.6	2.5	32.0
Сианционное	55.3-196.6		6.0		
Тэдино	31.4-191.0		20.8	0.4	27.6
Карельское	59.6-269.4		1.4		
Слюдозеро	77.0-330.1		37.9		
Слюдяной Бор		0.3	19.1	31.2	

Всего		114.8	286.7	42.0	

Балансовые запасы мелкоразмерного мусковита подсчитаны в качестве попутного компонента по месторождениям листового мусковита и учитывают наличие слюды как в недрах, так и в отвалах горнодобывающих предприятий. Содержание определено по керновым пробам или методом аналогии; технология извлечения окончательно не разработана.

В Мурманской области уже в течение нескольких лет ТОО «Мусковит» осуществляет добычу кварц-полевошпатового сырья и поставки небольших партий (в 1996 г. 30 т) листового мусковита из ранее добытой жильной массы на базе Риколатвинского месторождения. С 1997 года ТОО проводит геологическое и технологическое доизучение отвалов штолен – техногенного месторождения мелкоразмерного мусковита; в дальнейшем планируется производство молотого слюдяного концентрата. В Чупино-Лоухском слюдоносном районе (Республика Карелия) ЗАО «Чупинский ГОК» планируется переоценка отвалов слюдяного рудника «Плотина» на одноименном месторождении. В 2003 г предполагается организация добычи и переработки мелкоразмерного мусковита .

Кианит

Кианит, как и силлиманит, андалузит, является высокоглиноземистым сырьем для производства высококачественных огнеупоров, применяемых в керамической, стекольной, цементной промышленности, в черной и цветной металлургии, для производства специальных изоляторов, свечей, тиглей и т.п. Кианит используется также в литейном производстве. Этот минерал содержит 63% Al_2O_3, что долгое время стимулировало попытки применения кианита в глиноземной промышленности, однако вследствие крайне низкого кремневого модуля (менее 2) и отсутствия щелочей эффективных промышленных технологий переработки его на глинозем пока не разработано. Лабораторными исследованиями ВАМИ показана принципиальная возможность получения из кианита глинозема электротермическим методом, но такой процесс оказался слишком энергоемким. В то же время разработана технология получения из кианита кремнеалюминиевых сплавов типа силумина.

В РФ, причем именно в Северо-Западном округе известны уникальные по масштабам и качеству кианитовые месторождения, но до сих пор они не осваиваются, а для производства огнеупорных материалов применяется технический глинозем, получаемый из бокситов.

Основные запасы кианитов СЗ округа сосредоточены в восточной части Мурманской области в пределах Кейвской структурной зоны, где оценены и частично разведаны 27 месторождений кианитовых сланцев. Запасы 23 из них учтены Госбалансом РФ и составляют почти 150 млн.т кианита по промышленным категориям и 450 млн. т по категории C_2. Содержания кианита в сланцах варьируют в пределах 27-42.5%, составляя в среднем 31.9%. Кианитовые концентраты Кейв испытывались в лабораторных и полузаводских условиях и получили положительную оценку, в лаборатории ВАМИ из кианитового концентрата был получен силумин.

Однако, все месторождения Кейвской группы расположены в совершенно неосвоенной и необжитой местности в 150 км от железной дороги. Это обстоятельство до сих пор сдерживает все попытки их освоения, и месторождения состоят в Госрезерве. В значительно более благоприятных географо-экономических условиях находится единственное месторождение в Республике Карелия – Хизоварское. Уступая месторождениям Кейв по размерам и качеству руд, оно расположено в 5 км южнее железнодорожной ветки Лоухи-Кестеньга и автодороги, ведущей в районный центр Лоухи. В последние десятилетия в Лоухском районе произошло дальнейшее улучшение транспортно-экономических условий (появились лесовозные дороги, автотрасса С-Петербург—Мурманск, новые ЛЭП и т.д.), что стимулировало в 1993 г выдачу лицензии на промышленное освоение Хизоварского месторождения.

В целом, кианитовые месторождения Карело-Кольского региона заключают 99.4% балансовых запасов высокоглиноземистого сырья, учитываемых Госбалансом РФ. Кроме них учтены запасы категорий $B+C_1$ месторождения силлиманита Черная Сопка (Республика Бурятия) в размере 915 тыс.т. Ни одно из месторождений России не разрабатывалось.

Активные запасы кианитов СЗ округа РФ

руда/кианит, тыс.т

Месторождение Промышленный тип руд	Средн.содер кианита, %	Балансовые запасы		Забаланс. запасы	Проектная производит. по кианиту
		$B+C_1$	C_2		
Республика Карелия ЗАО «ИКИМСО» *Подготавливаемые к освоению* Хизоварское кварц-кианитовые сланцы	21.24	2881 612	1558 322	21101 4311	12

Хизоварское месторождение кианита

Хизоварское месторождение расположено в 30 км юго-западнее ст.Лоухи в Лоухском районе Республики Карелия, на южном берегу оз. Верхнее Керетьское. Месторождение разведывалось в 1939-41 и 1952-53 годах, запасы утверждены ВКЗ в 1953 г. Многие годы числилось в Госрезерве, в 1993 г фирма ИМК («Индустриальные минералы Карелии») получила лицензию на геологическое доизучение и добычу кианита. До 2000 года ИМК вела на месторождении горноподготовительные работы, сооружение промплощадки у железнодорожной станции и строительство грунтовой дороги. В конце 2000 года действие лицензии было досрочно прекращено в связи с нарушением фирмой условий пользования недрами. Предполагается дальнейшее ведение работ по освоению месторождения ЗАО «ИКИМСО» с началом выпуска кианитового концентрата уже в 2002 году (2 тыс.т).

Кварц-кианитовые сланцы Хизоварского месторождения залегают в высокоглиноземистых гранат-биотитовых, гранат-мусковитовых, гранат-дистен-биотитовых и т.п. гнейсах и сланцах чупинской свиты архейского возраста. На участке месторождения они имеют моноклинальное залегание с падением к югу ($55\text{-}70^0$), залежь кварц-кианитовых сланцев имеет линзовидную форму, длину 950 м и мощность 80-100 м. В центральной части залежи наблюдается дробление пород, их мусковитизация и хлоритизация (забалансовые руды). Промышленные руды представлены светлыми и лучистыми кварц-кианитовыми сланцами, первая разновидность характеризуется мелкозернистой структурой с игольчатым кианитом, для второй характерно крупнозернистое сложение и сноповидные агрегаты крупных (до 3 см) кристаллов кианита. Светлые сланцы слагают 91% продуктивных пород, являясь рядовыми рудами с 5-20% Al_2O_3, лучистые – составляют около 9% объема и имеют наибольшую ценность, будучи богатыми легкообогатимыми кианитовыми рудами (15-35%

глинозема). Обогатимость руд изучалась в заводских условиях Институтом огнеупоров, получен кианитовый концентрат с 57-59% Al_2O_3, пригодный для производства высокоглиноземистых огнеупоров, которые могут использоваться в сталеварных ковшах вместо малошамотных изделий. В 1997 году испытания обогатимости кианитовых сланцев Хизовары выполнила «Minpro Strassa A/S», получившая концентрат с содержанием 60% Al_2O_3, 37.1% SiO_2, 0.27% (Fe_2O_3+FeO), 1.4% TiO_2, 0.05% S, который вполне соответствует мировому стандарту. Выявлена возможность его реализации на западноевропейских рынках.

На месторождении подготовлен карьер с двумя забоями для добычи кварц-кианитовых сланцев, планируется начало разработки в 2002 г с выпуском 2 тыс т концентрата и постепенным увеличением его до 12 тыс.т в год к 2010 г. Балансовые запасы $B+C_1$ обеспечивают работу предприятия при этой мощности на 50 лет.

Район Хизоварского месторождения имеет благоприятные предпосылки для выявления новых кианитовых месторождений с легкообогатимыми рудами, по крайней мере не уступающими по качеству кварц-кианитовым сланцам Хизовары.

Огнеупорные глины и вторичные каолины

Общемировые запасы огнеупорных глин оцениваются в 68.5 млрд.т, ведущее место в мировой минерально-сырьевой базе их занимает Китай с общими запасами в 2 млрд.т, сосредоточенными в более, чем 300 месторождениях. Сырьевая база государств СНГ представлена 60 месторождениями с запасами, превышающими 1.2 млрд.т, в том числе в России 612 млн.т, Украине 541 млн.т, Казахстане 121 млн.т.

Первое место в мире по добыче огнеупорных глин занимает Китай (свыше 10 млн.т в год), крупными продуцентами являются Россия (2.2 млн.т), Украина (1 млн.т), Казахстан (более 500 тыс.т), США (400 тыс.т).

Главным потребителем огнеупорных глин является производство алюмосиликатных шамотных и полукислых огнеупоров, кроме того они используются в литейном производстве, производстве грубой керамики, электротехнического и хозяйственного фарфора и фаянса. Беложгущиеся разновидности используются для тонкой керамики.

Технический прогресс в черной металлургии привел к значительному изменению структуры потребления огнеупорных глин. Практически полное прекращение выплавки стали мартеновским способом в развитых странах резко (в 3-4 раза) снизило потребность в огнеупорах. Мощности по их производству превышают спрос, что

привело к стабильному росту экспорта, преимущественно в Юго-Восточную Азию. Одновременно повышается потребность на керамическое сырье со стороны специфических отраслей (техническая керамика). В связи с этим в странах Запада происходит рост требований к качеству глин, совершенствуется технология их обогащения.

В России разведаны 35 месторождений огнеупорных глин с запасами $A+B+C_1$ 611.9 млн.т, еще 12 месторождений с запасами 131.4 млн.т учитываются балансом как вторичное каолиновое сырье. Промышленностью освоены 16 месторождений глин, на которых в 2000 г добыто 2.2 млн.т, и 4 месторождения вторичных каолинов с добычей 284 тыс.т.

Около 55% запасов и почти 69% добычи огнеупорных глин в РФ приходится на Уральский регион, где расположено крупнейшее в России Берлинское месторождение (Челябинская область) – 28.7% запасов и 28.9% добычи РФ. По 15% разведанных запасов относится к Центральному и Восточно-Сибирскому регионам и около 10% - к Западной Сибири. Крупные месторождения расположены в Иркутской (Трошковское, 8% общероссийских запасов), Свердловской (Троицко-Байновское, 6.1%) областях; в производстве сырья заметную роль играют также Латненское (Воронежская область) с 14.6% и Нижне-Увельское (Челябинская область) месторождения с 13.4% общей добычи России. В пределах СЗ округа месторождения собственно огнупорных глин с активными запасами отсутствуют, в северо-восточной части Новгородской области расположены все месторождения РФ с разведанными запасами огнеупорных глин, учитываемыми балансом «Каолин» как вторичное каолиновое сырье. В целом запасы огнеупорных глин и вторичных каолинов СЗ округа составляют 18% общероссийских, добыча – 11. 4%.

Из 12 месторождений вторичных каолинов Боровичско-Любытинской группы четыре освоены, еще четыре месторождения (Балаковское, Райцкое, Мишинское, Ключенское) представляют промышленный интерес и могут рассматриваться в качестве резерва ОАО «Боровичский комбинат огнеупоров». Остальные, учитывая обеспеченность комбината по современному уровню погашения запасов, не будут востребованы в течение по крайней мере ближайших 100 лет.

Из эксплуатируемых месторождений Волгинское находится на консервации с декабря 1987 г., с 1.09.1998 г законсервирована шахта «Шиботово». Таким образом, в настоящее время добыча каолинов осуществляется на Окладневском и Малиновецком

месторождениях, запасы которых обеспечивают потребности ОАО «БКО» на срок более 50 лет.

Активные запасы вторичных каолинов СЗ округа РФ

млн.т

Месторождения	Балансовые запасы на 1.01.2001		Производит. рудника, тыс.т	
	$A+B+C_1$	C_2	Проектн.	2000 г.
Новгородская область ОАО «Боровичский комбинат огнеупоров» *Разрабатываемые* Волгинское	7.7		100	
Шиботовское	7.5		250	
Малиновецкое	16.6	0.02	150	70
Окладневское	10.3		150	214
Резервные Балаковское	6.5			
Райцкое	9.6			
Мишинское	26.0	27.9		
Ключенское	10.2			
Всего	**94.4**	**27.92**	**650**	**284**

Все месторождения Боровичско-Любытинской группы представлены пластовыми телами огнеупорных каолинитовых глин мощностью 1-5 м, обычно 1.5-2 м, локализованными в пределах тульского горизонта нижнего карбона. Различия в геологическом строении и вещественном составе промышленных пластов месторождений несущественны; общая характеристика их может быть дана на примере Малиновецкого месторождения.

Малиновецкое месторождение вторичных каолинов

Огнеупорные глины Малиновецкого месторождения были обнаружены в 1951 г. при поисках угля. В 1958 г были проведены поисковые работы, в 1959 – предварительная разведка, а в 1972-74 гг СЗТГУ выполнены детальноразведочные работы с утверждением запасов в ГКЗ в 1979 г. В 1994 году месторождение введено в эксплуатацию. Общая добыча каолинов за период 1994-2001 гг составила 514 тыс.т.

Малиновецкое месторождение расположено в Боровичском районе в 1-4 км к северо-востоку от ж-д разъезда Трубец.

Продуктивным является тульский горизонт нижнего карбона, сложенный песчано-глинистыми отложениями и имеющий мощность 14-18 м. Горизонт состоит из песков, песчаных глин, пластичных глин, углистых глин и углей, огнеупорных глин, среди которых преобладают песчаные глины. Эти отложения представляют собой два комплекса озерно-болотных отложений, залегающих среди прибрежно-морских осадков. Промышленная залежь огнеупорных глин приурочена к нижнему («сухарному») комплексу, так называемому горизонту «В».

Огнеупорные глины образуют горизонтально-залегающее пластообразное тело в средней части тульского горизонта с глубиной залегания от 10-20 до 30-39 м. Мощность промышленного пласта 0.3-7.6 м, средняя 2.01 м. Коэффициент вскрыши в целом по месторождению 15.4 $м^3/м^3$. Цельность залежи прерывается безрудными зонами и зонами нерабочих (менее 1.0 м) мощностей промпласта, коэффициент рудоносности залежи 0.982.

При относительно простой морфологии промпласта сортовой состав слагающих его огнеупорных глин крайне сложен и изменчив, даже на расстояниях 3-5 м фиксируется смена сортов глин в разрезе залежи. В целом промышленный пласт сложен тремя разновидностями огнеупорных глин - преобладающими пластичными (63.6%), полусухарными (18.6%) и полукислыми глинами (17.5%). Каждая из этих разновидностей включает в свою очередь различные сорта глин.

По минеральному составу глины месторождения каолинитово-гидрослюдистые с преобладанием каолинита и включениями кварца, углистых частиц и минералов железа. Гранулометрический состав характеризуется высокой дисперсией при преобладании (более 60%) фракции –0.001 мм. Химический состав глин (в %):

Разновидность	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MnO	K_2O	Na_2O	ппп
Пластичные	50-62	28-37.5	1.5-3.5	2.0-2.05	0.49-0.59	0.53-0.6	0.7-1.3	0.1-0.22	16-18
Полусухарные		28-45	0.5-3.0						15-16
Полукислые	64-74	19-28	1.1-3.0						12-14

Огнеупорность глин составляет, соответственно, 1670-1750, 1630-1730 и 1580-1710^{0}С.

Лабораторными и полузаводскими технологическими исследованиями, выполненными Институтом Огнеупоров, установлено, что пластичные глины могут

использоваться в качестве связующего компонента в шихте для изготовления ковшевого кирпича марок КШУ-37 и КШУ-32, стопорных трубок особого и общего назначения и изделий общего назначения марок ША и ШБ (ГОСТ 390-69).

Гидрогеологические условия месторождения сложные, обусловленные наличием 4-5 связанных водоносных горизонтов с напорными водами, приуроченных к песчаным и карбонатным породам. Величина напора 8-22 м, воды пресные, щелочные (pH 7.4-8.5), гидрокарбонатные, кальциево-магниевые. В 1995-98 гг водоприток в карьер составил от 104 до 83 $м^3$/час.

Горнотехнические условия осложнены возможными оползневыми деформациями отдельных уступов рабочих бортов и внутренних отвалов. Выполняется осушение или значительное дренирование алексинского и тульского водоносных горизонтов, залегающих в кровле промпласта, а также отвод воды из карьера.

ОАО «Боровичский комбинат огнеупоров» выпускает большой ассортимент огнеупорных изделий для металлургии, в том числе сталеразливочный припас, нормальный кирпич, воздухонагревательные, легковесные, ваграночные, насадочные изделия, фасоны различного назначения, огнеупорные блоки и смеси, теплоизоляционные вкладыши и др. изделия. В 2000 г. продукция комбината составила 245 тыс. изделий; кроме того, 12.5 тыс.т комового каолина было отгружено АООТ «Ижорские заводы», ОАО «Северсталь», АО «Электростальтяжмаш», ОАО «Таганрогский метзавод». Другими потребителями продукции ОАО «БКО» являются ОАО «Новолипецкий меткомбинат», «Серп и молот», «Петросталь», «Западно-Сибирский меткомбинат» и др.

В целом запасы огнеупорных глин Боровичского района характеризуются относительно высоким качеством, однако они подвержены сильной изменчивости, препятствующей селективной выемке наиболее высококачественных разновидностей. В связи с этим «БКО» вынужден осуществлять завоз высоких марок каолинового сырья, необходимых для производства высококачественных огнеупорных изделий, со стороны в объеме до 100 тыс.т в год.

Тугоплавкие глины

Тугоплавкие глины используются для производства облицовочных, фасадных плиток, плиток для полов, санстройизделий, кислотоупорного и керамического кирпича, дренажных труб, технического и электротехнического фарфора. Они близки по составу к огнеупорным, отличаясь от последних более низкими требованиями:

Типы глин	Содержание в %		
	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3
огнеупорные глины	не менее 38	45-46	незначит.
тугоплавкие глины	18-24	50-60	до 10-12

Госбалансом РФ учтены 69 месторождений тугоплавких глин с общими запасами категорий $A+B+C_1$ 425 млн.т; в 2000 г разрабатывались 24 месторождения, и общая добыча составила 1373 тыс.т.

Разведанные запасы сконцентрированы, главным образом, в Центральном (40.8% общероссийских), Сибирском (31.4%) и Дальневосточном (11.6%) федеральных округах. В 13 главнейших месторождениях сосредоточено почти 50% запасов и 95.8% добычи России. Наиболее значительными по запасам являются Ульяновское (Калужская область) с 17.5%, Бол.Карповка (Курская область) с 5.4% и Печорское (Псковская область) с 5.2%. По добыче доминируют месторождения Владимирское (Ростовская область) – 29.6%, Лукошинское (Липецкая область) – 14.1% и Чапаевское (Самарская область) – 9.2%; производство на Печорском месторождении составило в 2000 г 6.4% общероссийского.

Разведанные балансовые запасы тугоплавких глин СЗ федерального округа составляют 5.8% общих РФ и заключены в двух месторождениях, из которых запасы лишь Печорского принадлежат к активным. Южно-Овсянковское месторождение в Новгородской области (2.4 млн.т по категориям $A+B+C_1$) характеризуется небольшими размерами и сложными горнотехническими условиями (необходимость селективной разработки) и отнесено к неактивным.

Печорское месторождение тугоплавких глин

Находится в Печорском районе и состоит из двух участков: Северного, расположенного в 4.5 км юго-восточнее ж-д станции Печоры, и Южного – в 5.5 км к юго-западу от Северного и в 3.5 км к юго-востоку от г. Печоры. Месторождение разведывалось в 1946-1952 гг (Геолстромтрест и трест Ленгеолнеруд) и в 1973-74 гг (СЗТГУ). Запасы глин утверждены ГКЗ в 1975 г.

Полезная толща приурочена к отложениям швентойского горизонта верхнего девона. Глины слагают отдельные линзы в толще вмещающих песчано-алевритовых пестроцветных пород, вытянутые в северо-восточном направлении и полого ($3\text{-}4^0$) наклоненные к юго-востоку. При длине линз около 2 км их ширина изменяется от 200 до 700 м. Мощность промышленной залежи составляет от 2 до 22 м на Южном участке

и до 17 м на Северном. Вскрышные породы представлены четвертичными супесями и суглинками мощностью 0.4-12.8 м и осадками верхнего девона (пески, глинистые алевриты, песчаники, некондиционные глины). Подстилается залежь песками и слабосцементированными песчаниками среднего девона.

Активные запасы тугоплавких глин СЗ округа РФ

млн.т

Месторождение	Баланс. запасы на 1.1.2001		Производительность карьера, твс.т		
	$A+B+C_1$	C_2	Проектн.	Достигн.	2000 г
Псковская область					
ЗАО «Псковкислотоупор»					
Разрабатываемые					
Печорское	22.3	5.5	500	207	88

Гранулометрический состав глин месторождения характеризуется содержанием фракции -0.001 мм от 28 до 46% и +0.06 мм от 1.6 до 18%. Содержание крупнозернистых включений (+0.5 мм), как правило, не превышает 1%. Согласно ГОСТ 9169-75 глины классифицируются как дисперсное умеренно- и среднепластичное сырье. Средние химические составы по обоим участкам варьируют в пределах: Al_2O_3 15.4-20.2%, SiO_2 62.3-68.5%, Fe_2O_3 4.3-6.3%, TiO_2 0.9-1.5%, CaO 0.28-1.15%, MgO 0.88-1.93%, Na_2O 0.1-0.5%, K_2O 2.83-5.33%. По содержанию оксидов алюминия, железа и песчаной (+0.06 мм) фракции глины подразделены на 1-й и 2-ой сорта, пригодные в качестве сырья для керамической промышленности, и некондиционные глины, не имеющие промышленного значения.

Огнеупорность глин колеблется от 1350 до 1580^0С (тугоплавкие), формовочная влажность – от 17.9 до 29.8%, воздушная усадка – от 4.4 до 8.4. Глины могут быть использованы для производства керамических изделий широкого ассортимента, в том числе глины 1 сорта – керамических плиток, кислотоупорных изделий, канализационных и дренажных труб, лицевых керамических камней, а глины 2 сорта – дренажных труб и лицевых керамических камней.

Полезная толща залегает, в основном, выше главного водоносного горизонта, приуроченного к старооскольско-швентойскому водоносному комплексу. Воды

спорадического распространения встречаются в четвертичных отложениях и межлинзовых песках швентойского горизонта, их водообильность незначительна.

Линейный коэффициент вскрыши не превышает 1-2 м/м, что позволяет отрабатывать месторождение карьерами. Северный участок Печорского месторождения был полностью отработан к 1994 году, и территория карьера рекультивирована; в настоящее время добыча ведется карьером Южного участка с проектной производительностью 500 тыс.т.

Основными потребителями сырья являются предприятия ЗАО «Псковкислотоупор», ООО «Кучинский керамико-плиточный завод» и АО «Сокол» в Московской области , АОЗТ Щекинский завод «Кислотоупор» в Тульской области и др.

Кварцевые стекольные пески

Месторождения кварцевого стекольного сырья широко распространены во многих странах мира, наиболее крупными запасами кварцевых песков обладают Китай, США, Франция, Россия, Украина. Лидером является Китай, ресурсная база кварцевого сырья которого оценивается в 4 млрд.т. Она представлена на 79% осадочно-метаморфизованными кварцитами, пластообразные залежи которых развиты в пределах Северо-Китайской платформы и Цильянской орогенной системы. Запасы кварцевых песков составляют около 1 млрд.т, однако преобладают низкие сорта. Пески принадлежат к различным генетическим типам: морские (Хайнань и др.), аллювиальные и озерные (Цзянси).

Основными продуцентами кварцевого песка в мире служат США, Франция, Япония, Оман, Великобритания; они же, в основном, принадлежат к ведущим экспортерам этого сырья. Среди государств-членов СНГ главным потребителем кварцевого стекольного сырья является Россия, за ней следует Украина. Как правило, кварцевые пески поставляются стекольным заводам без предварительной обработки и обогащения.

В 1990-1995 гг в мире наблюдалось увеличение добычи кварцевых песков, что было связано с ростом спроса на мировом рынке на некоторые виды технических стекол и стекловолокна. Вместе с тем в ряде европейских стран происходило сокращение производства строительного и бытового стекла, обусловленное переходом на пластиковую тару, широким использованием вторичного сырья и снижением объемов строительства.

В Российской Федерации на 1.01.2001 г Государственным балансом учтены запасы кварцевых песков категорий $A+B+C_1$ по 72 месторождениям в размере 492 млн.т. Разрабатывается 26 месторождений, на которых в 2000 году было добыто 2.5 млн.т песка.

Кварцевые пески, млн.т

	1990	1994	1996	2000
Запасы $A+B+C_1$ на конец года	321.8	332.6	493.2	492.0
Годовая добыча	4.5	1.3	1.4	2.5

Наибольшие запасы (37.9% общероссийских) сосредоточены в Сибирском ФО, где расположено крупнейшее в России Туганское месторождение с запасами 166 млн.т, второе место занимает Центральный ФО (28%). Почти вся добыча кварцевых песков сосредоточена в Приволжском, Центральном и Северо-Западном округах (по 30-34% в каждом), причем более 60% общероссийской продукции поступает с Ташлинского (Ульяновская область) и Егановского (Московская область) месторождений, составляющих основу МСБ стекольной промышленности Российской Федерации.

Общие разведанные запасы кварцевого стекольного сырья Северо-Западного округа составляют 80 млн.т (11.9% запасов РФ). В 2000 году на них было добыто почти 0.8 млн.т (31.4% общей добычи РФ в 2000 г), львиная доля которых (652 тыс.т) приходится на переработанные отходы обогащения фосфоритов Кингисеппского месторождения. Остальная продукция поступила из Неболчинского месторождения (Новгородская область) и, в небольшом объеме, Сазоновского (Вологодская область).

Месторождение Чернокурка

Месторождение расположено в Усть-Вымском районе в 3 км северо-северо-западнее пос. Жешарт. На севере месторождение примыкает к железной дороге Воркута-Москва, ближайшая ж.д. станция Гам находится в 4 км к северо-востоку. Месторождение выявлено в 1991 г. В последующие годы на нем проведены поисково-оценочные работы, по результатам которых выделены два перспективных участка, разделенные узкой, вероятно, экзарационной ложбиной с валунными суглинками

мощностью 7-10 м, и на участке «Чернокурка-1» в 1997 г завершена предварительная разведка.

Полезная толща представлена среднеюрскими мелко-тонкозернистыми песками с модулем крупности 0.5-1.8, при преобладающих значениях 0.8-1.2. Толща перекрыта водно-ледниковыми песками и супесями, реже – валунными суглинками.

Участок «Чернокурка-1» находится в северо-восточной части месторождения, он ограничивается с севера болотом, с запада – долиной р. Чернокурка, а с юга и востока –

Активные запасы кварцевых стекольных песков СЗ округа РФ

млн.т

Месторождение	Ср.содерж. SiO_2, %	Балансовые запасына1.01.2001			Производит., тыс.т	
		$A+B+C_1$	C_2	Забаланс.	Проектн.	2000 г
Республика Коми						
Госрезерв						
Чернокурка-1	95-96	4.8	4.9	-		
Вологодская область						
ОАО «Смердомльский стекольный завод»						
АООТ «Покровский стекольный завод»						
Разрабатываемые						
Сазоновское	89.3-91.8	2.7				30.9
Новгородская область						
ОАО «Неболчинское карьероуправление»						
Неболчинское	97-99	5.0		2.1	260	114
ЗАО «Русская Горная компания»						
Подготавливаемые к освоению						
Крапивненское	98.3	4.0	4.3	0.9	150	

Ленинградская область АО «Фосфорит» *Разрабатываемые* Кингисеппское (отходы обогащения фосфоритов)	93.2	52.8			200	652
Псковская область *Госрезерв* Псковское (Абижское)	97.6	1.0				
Итого		**72.4**	**9.2**	**3.0**		**796.9**

валунными суглинками мощностью более 5 м. Площадь участка 1430 тыс.м^2, мощность полезной толщи меняется от 2.6 до 16.3 м, составляя в среднем 11.6 м, в том числе необводненной части – 4.6 м. По результатам предварительной разведки в 1997г Коми РКЗ утверждены запасы категорий C_1 и C_2 (см. таблицу) при коэффициенте вскрыши 0.2.

Участок «Чернокурка-2» занимает юго-западную часть и имеет площадь 490 тыс.м^2. Мощность полезной толщи в его пределах 1.0 – 13.4 м при средней 6.8 м, в том числе необводненной части – 3.6 м. Средняя мощность вскрышных пород 1.5 м. Запасы кварцевых песков категории C_2 составляют 5.5 млн.т.

Лабораторные и лабораторно-технологические исследования, выполненные Государственным институтом стекла совместно с ВНИИХТ (г. Москва) и Коми НИПИстрой (г. Ухта) показали, что кварцевые пески месторождения характеризуются средними содержаниями кремнезема 95-96%, Al_2O_3 1.7% (2.6% глинистого вещества), Fe_2O_3 0.45% и TiO_2 0.19%. Природные пески месторождения пригодны для производства темного бутылочного песка, а также отвечают требованиям ГОСТ 2138-91 «Пески формовочные», соответствуя маркам «К» и «Т». Обогащением, включающим отмучивание и оттирку кварцевых зерен с двукратной магнитной сепарацией, из песков получен концентрат марки ВС-050-1, являющийся сырьем для производства стеклоизделий с высоким светопропусканием.

В 2002 г предполагается проведение конкурса на право разработки месторождения Чернокурка с последующим строительством в 2003-2005 гг предприятия по добыче 170 тыс.т песков в год и обогатительной фабрики по выпуску 150 тыс.т концентрата. Затраты оцениваются в 5 млн. USD. В дальнейшем (2008-2010

гг) возможно расширение производства за счет второй очереди карьера мощностью 200 тыс.т песка.

Сазоновское месторождение

Расположено в 5 км к северо-западу от пос. Сазоново вблизи шоссе Вологда – Санкт-Петербург.

Полезная толща сложена озерно-ледниковыми светло-желтыми мелкозернистыми песками мощностью от 1.0 до 6.7 м (в среднем 3.5 м), залегающими под почвенно-растительным слоем мощностью 0.1-0.2 м. Они подстилаются мелкозернистыми сильно глинистыми обводненными песками и известняками подольского горизонта среднего карбона. Пески хорошо отсортированы, среднее содержание фракции –0.5+0.1 мм составляет 90.1%, фракции +0.8 мм – 0.2% и фракции –0.1 мм – 9.1%. Песок сложен кварцем (89-96%), полевыми шпатами, слюдами и гидроокислами железа. Средний химический состав: SiO_2 90.7% (89.28-91.76), Fe_2O_3 0.83% (0.61-1.17), Al_2O_3 4.7% (4.02-5.37). Низкое качество песков месторождения позволяет использовать их только для получения темного бутылочного стекла.

Гидрогеологические условия месторождения простые, безнапорные подземные воды приурочены к подстилающим пескам, и полезная толща не обводнена.

Сазоновское месторождение разрабатывается двумя стеклозаводами – АООТ «Покровский стеклозавод» и ОАО «Смердомльский стеклозавод», добыча которых в 2000 г составила соответственно 14.3 и 16.6 тыс.т. Обеспеченность разведанными запасами в проектных контурах отработки около 25 лет. Оба завода выпускают темные бутылки, поставляемые на пивные заводы ОАО «Балтика» и ОАО «Ярпиво».

Неболчинское месторождение

Расположено в Любытинском районе Новгородской области в бассейне р. Сясь, в 5-13 км северо-восточнее ж-д ст. Неболчи. Месторождение разведывалось в 1958 и 1966 гг трестами «Ленгеолнеруд», «Главстекло», «Форморазведка» и СЗТГУ, разрабатывается с 1968 года Неболчинским карьероуправлением (с 1998 г ОАО «Неболчинское карьероуправление»).

Продуктивная толща представлена песчаными отложениями алексинского горизонта нижнего карбона и сложена тонкослоистыми светлоокрашенными и почти белыми песками, состоящими на 96-99% из кварца, с многочисленными тонкими (2-10 мм) прослоями окрашенных песков с примесью минералов железа и марганца. Они перекрываются песками, глинами и суглинками четвертичного возраста и

ожелезненными песками алексинского горизонта мощностью 0.1-12.9 м (среднее 6.0 м). Подстилающие породы представлены пестроцветными глинами нижнего карбона. Толща включает обводненные пески мощностью 5.1-6.8 м и необводненные мощностью 4.7-11.8 м. Пески мелко-тонкозернистые, хорошо окатанные и отсортированные. В верхней части разреза отмечаются скопления окислов железа в виде конкреций размером 2-20 см.

По гранулометрическому составу преобладают пески фракции -0.31+0.16 мм (фракция -0.25+0.15 мм составляет в среднем 84%), более тонкие не превышают 10%, более грубые - 0.2%. Минеральный состав определяется кварцем (96-99%), полевой шпат и мусковит в сумме не превышают 1-2%, рудные минералы – 0.02-0.2%. Содержание SiO_2 колеблется в пределах 97-99%. Fe_2O_3 0.07-0.3%, Al_2O_3 0.29-0.5%. Характерна резкая изменчивость состава песка, ограничивающая возможность селективной отработки месторождения. Преобладают пески марок ПБ-150, С-070 и ПС-250 по ГОСТ 22551-71, причем песок марки С-070, пригодный для производства светопрозрачных изделий без обогащения, составляет лишь 17-27% оставшихся запасов. Пески марки ВС-050 с содержанием Fe_2O_3<0.11%, используемые для изделий высокой светопрозрачности, в основном, отработаны; их запасы на Марьиногорском участке на начало 1959 г составляли 1.7 млн.т, годовая добыча была 64 тыс.т.

В 2000 г произведена переоценка запасов Неболчинского месторождения, и ГКЗ утверждены запасы для открытой отработки с использованием для производства оконного и технического стекла, стеклоблоков, пеностекла, стекловолокна, белой и полубелой стеклянной тары и бутылок, изоляторов и т.п.

В течение 2000 года было добыто 114 тыс.т песков марки С-070-1, отгруженных на стекольные заводы Новгородской, Тверской, Вологодской и Ленинградской областей. По отзывам потребителей стекольные пески Неболчинского месторождения являются лучшими на Северо-Западе. Возможно расширение объема их добычи и повышение качества на основе обогащения, существует план строительства в Любытинском районе обогатительной фабрики мощностью 600-700 тыс.т обогащенного кварцевого песка.

Крапивненское месторождение

Месторождение находится в Любытинском районе Новгородской области в 13 км северо-восточнее ст. Неболчи и в 0.7-1.0 км к юго-западу от дер. Новая Крапивна.

Разведано СЗГУ в 1947-48 гг на формовочные пески, ВКЗ в 1949 г утверждены запасы категорий $B+C_1$ 2227 тыс.т. В 1997-98 гг по заявке ЗАО «Русская Горная

компания» Петербургской КГЭ выполнены геологоразведочные работы на стекольные пески. Буровая сеть для категории В составляла 100х50 м, всего пройдено 26 скважин глубиной 10-51 м (968.9 п.м).

Крапивненское месторождение является аналогом Неболчинского, расположенного в 8 км юго-западнее. Полезная толща представлена кварцевыми песками алексинского горизонта мощностью 29.7-48.7 м (средняя 40.1 м), в том числе мощность сухих песков 25.8 м и обводненных – 14.2 м. Они подстилаются верхнедевонскими глинами и перекрываются ледниковыми супесями и суглинками осташковского горизонта мощностью 0.2-14.2 м, в среднем 3.3 м.

Гранулометрический состав песков в целом характеризуется преобладанием фракции -0.1 мм, однако ее содержание меняется в широких пределах, вследствие чего часть песков требует обогащения. Содержание SiO_2 от 78.2 до 99.6%, в том числе более 80% проб содержит 95.0-99.3% SiO_2 и не более 0.15% Fe_2O_3, что соответствует природному сырью марок ПБ-150-1,2, ПС-25 и Т. При более высоком содержании железа пески пригодны для производства темной стеклотары. Концентрация Al_2O_3 в песках 0.15-8.95%, средняя – 0.79%. Обогащение путем оттирки, обесшламливания и магнитной сепарации позволяет снизить содержание Fe_2O_3 до 0.03-0.04%, Al_2O_3 – до 0/26% и получить обогащенный песок, соответствующий маркам ВС-030-В, ВС-040-1.

Гидрогеологические условия характеризуются наличием двух водоносных горизонтов в четвертичных и нижнекаменноугольных отложениях Подземные воды алексинского горизонта порово-пластовые, безнапорные, пресные, гидрокарбонатные, кальциевые с питанием за счет атмосферных осадков. Горнотехнические условия простые, позволяющие разработку открытым способом. Запасы утверждены ТКЗ СЗРГЦ в 1999 г по состоянию на 1.01.1999, пески в пределах охранной зоны автодороги отнесены к забалансовым. Проектная производительность карьера составляет 150 тыс.т, обеспеченность разведанными запасами – 32 года.

Кингисеппское месторождение

Кварцевые пески, содержащие обломки створок фосфатных раковин брахеопод, слагаютпродуктивный горизонт фосфоритов мощностью 1.5-3.5м, разрабатываемый ОАО «Фосфорит». Химический состав природных оболовых песков следующий: SiO_2 63-88.3% (среднее 75-80), Al_2O_3 0.05-0.92% (0.1-0.5), Fe_2O_3 0.03-2.5% (0.4-1.0). При обогащении фосфоритов ежегодно образуется около 5 млн.т хвостов, представленных

мелкими и тонкими кварцевыми песками. За время работы комбината на 01.01.2001 г в хвостохранилище накоплено 21.6 млн.т.

Хвостохранилище располагается на левом берегу р. Луги, в 3 км к северо-западу от промплощадки и в 300 м севернее контура фосфоритового месторождения. Участок огражден дамбой из уплотненных суглинков с максимальной высотой 3.5 м. В центральной части хвостохранилища находится отстойный пруд, вода из которого используется для оборотного водоснабжения.

Качество кварцевых песков-отходов изучалось в 1966 г Государственным институтом стекла и в 1971-72 гг ЛКГЭ СЗТГУ. По гранулометрическому составу пески относятся к очень мелким с содержанием фракции –0.1 мм 2.86%, фракции –0.14 мм 15-20% и полным остатком на сите 0.63 мм – 8.19%. Химический состав песков (в %) : SiO_2 93.2-93.5, Al_2O_3 0.18-0.23, Fe_2O_3 0.15-0.28, TiO_2 0.07-0.09, CaO 0.2-3.05, MgO 0.09, Na_2O 0.06-2.76, K_2O 0.03, P_2O_5 0.9-2.0, ппп 0.88-1.92.

Институтом стекла проведен выбор рациональной схемы обогащения песков. Наиболее эффективной является флотация с оттиркой и гидроклассификацией, обогащенный песок характеризуется содержаниями (в %): SiO_2 98.95, Al_2O_3 0.295, Fe_2O_3 0.047, TiO_2 0.013, CaO 0.25, Na_2O 0.057, K_2O 0.027, P_2O_5 0.15 и ппп 0.197. Он принадлежит к стекольному 1-111 сортов и может использоваться в промышленности для производства высокопрочного стекла (технического, оконного, стеклоблоков, обесцвеченной стеклотары, парфюмерной и химико-лабораторной посуды).

В 2000 году добыто и складировано в хвостохранилище 652 тыс.т кварцевого песка, использовано для промышленных целей 82 тыс.т.

Формовочные пески

Кварцевые пески играют главную роль в приготовлении формовочных смесей, причем используются как чистые (85-95% SiO_2), так и с примесью глины (до 50%). В природном состоянии без предварительного обогащения пески не всегда пригодны для современного литейного производства из-за присутствия вредных примесей и нестабильного содержания глинистой составляющей.

Классы формовочных песков

Песок	Класс	Содержание,%			
		глина	SiO_2	R_2O+RO	Fe_2O_3
	Об1К	до 0.2	98.5	0.4	0.2

Обогащенные кварцевый	Об2К	до 0.5	98.0	0.75	0.4
	Об3К	до 1.0	97.5	1.0	0.6
Кварцевый	1К	до 2.0	97.0	1.5	0.75
	2К	до 2.0	96.0	1.5	1.0
	3К	до 2.0	94.0	2.0	1.5
Кварцево-полевошпатовый	КП	до 2.0	90.0	-	-

Наибольшее применение формовочные материалы получили при производстве серого чугуна(70-75% всего объема), на втором месте – сталь (20%), на третьем – ковкий чугун (8%). На цветное литье (в основном, алюминиевое и медное) приходится всего 2%.

Систематические данные по сырьевой базе и добыче формовочных материалов в мире отсутствуют. Известно, что ряд месторождений высокого качества имеется в Польше, Словакии; добыча кварцевых песков для литейного производства ведется в Болгарии, Бельгии. В странах Азии сообщается о наличии разрабатываемых месторождений на Тайване и в Таиланде. Большинство стран Африки не учитывают ресурсов кварцевых песков; известно о их наличии в Танзании и Марокко. В США разработка песков, используемых в качестве формовочных, осуществляется в Иллинойсе, Арканзасе, Оклахоме; в Канаде упоминаются месторождения формовочных песков в провинциях Онтарио и Квебек.

На мировой рынок поставляются только обогащенные кварцевые пески высокого качества, на которые полностью перешло литейное производство развитых стран.

На территории РФ разведано и поставлено на баланс 71 месторождение формовочных песков, из которых 32 освоено промышленностью; общероссийские запасы $A+B+C_1$ на 1.01.2001 г составили 2197.7 млн.т, в 2000 г было добыто 5.5 млн.т песков. Размещение запасов неравномерно: 56% их сосредоточено в западной части России. На долю 18 наиболее крупных месторождений приходится 62.7% разведанных запасов и 95.9% добычи Российской Федерации; к их числу принадлежат Игирминское (Иркутская область) с 10% запасов и 1.8% добычи, Лебединское (Белгородская область) с 7.4% запасов и 27.6% добычи, Бурцевское (Нижегородская область) с 6% запасов и 12.9% добычи, Подгорненское (Воронежская область) с 1% запасов и 12.6% добычи и другие, в том числе месторождения Северо-Запада – Новинское, Крупели, Струго-Красненское. В целом, главными поставщиками формовочных песков в России являются Центральный (32.6% запасов, 48.9% добычи) и Приволжский (18.2% запасов,

25.2% добычи) федеральные округа; доля СЗ ФО в общероссийских запасах составляет 4.9%, в добыче 2000 г – 4.5%.

Сырьевая база формовочных песков Северо-Западного округа представлена 9 месторождениями, семь из которых учитываются Госбалансом. Однако, к активным могут быть отнесены лишь запасы эксплуатируемых трех месторождений собственно формовочных песков и Неболчинского месторождения стекольного сырья, небольшую часть запасов которого составляют пески для литейного производства (в настоящее время не осваиваются). Остальные месторождения в Вологодской и Ленинградской областях не намечаются к освоению. Лишь на Кленовское месторождение (Вологодская область) в 1994 г была выдана лицензия ТОО «СМАСЭП», которое в 1996 г проводило опытно-промышленную добычу. Но в 1998 г в связи с невыполнением лицензионного соглашения лицензия была аннулирована.

Активные запасы формовочных песков СЗ округа РФ

млн.т

Месторождение	Балансовые запасы на 1.1.2001		Производительность, тыс.т	
	$A+B+C_1$	C_2	Проектная	Фактич. 2000 г
<u>Новгородская область</u> ОАО «Неболчинское карьероупрвление» *Разрабатываемые* Неболчинское	1.0			
<u>Ленинградская область</u> АООТ «Лужский ГОК» *Разрабатываемые* Новинское (уч. Южный)	3.2		600	238
Крупели (уч. Овсянка)	3.4	8.6	455	
<u>Псковская область</u> ООО «Стромпесок» Струго-Красненское	5.8	6.9	350	44
Всего	**13.4**	**15.5**	**1405**	**282**

Кроме того, ГКЗ СССР в 1982 г утверждены в качестве формовочных кварцевые пески – отходы обогащения фосфоритов Кингисеппского месторождения. Получаемые как хвосты флотации пески по химическому, гранулометрическому составам и газопроницаемости не отвечают требованиям ГОСТ к формовочным пескам и требуют

дополнительного обогащения. Разработанная институтом «Уралмеханобр» схема позволяет получать формовочные пески марок Об1КО2А – Об1КО1Б. Выход продукции от хвостов флотации 69.5%. в том числе марки 2А – 55%. 1Б – 14.5%. Однако, продукция АО «Фосфорит» в литейном производстве пока не применяется, запасы кварцевых песков учтены балансом «Стекольное сырье». Полученные в 2000 г путем обогащения отходов пески использовались в Ленинградской области для строительных нужд и как сырье для кварцевых абразивов отгружались на химические, абразивные и фарфоровые заводы Северо-Запада, а также Тульской, Кемеровской и др. областей.

Новинское месторождение

Расположено в Гатчинском районе Ленинградской области в 0.5-1.0 км южнее ж-д ст. Новинка и в 0.5 км восточнее одноименной деревни. Месторождение выявлено в 1934 г, разведочные работы на различных его участках проводились в период с 1949 по 1978 годы с утверждением запасов ЦКЗ, ВКЗ и ГКЗ, последний раз запасы утверждались ГКЗ в 1981 г. В 1998 г произведена переоценка и пересчет запасов в соответствии с новым ГОСТ.

Продуктивная толща сложена разнозернистыми песками среднего девона, которые перекрыты девонским мелкозернистым глинистым песком и четвертичным моренным валунным суглинком мощностью 0.1-3.6 м и подстилаются мелкозернистыми глинистыми песками и пестроцветными глинами девона. Промышленная залежь залегает горизонтально и имеет протяженность 170-4500 м, ширину 70-2800 м и мощность 1.7-10.3 м. Мощность вскрышных пород 0.2-10.3 м.

Пески продуктивной толщи содержат 96.95-99.68% SiO_2 (среднее 98.06%) и 0.1-0.97%, в среднем – 0.3% Fe_2O_3; в верхней части местами они не соответствуют кондициям. По гранулометрическому составу пески относятся к мелким с содержанием фракции –0.1 мм 0.5-3.0%, содержание глинистой составляющей в пределах 0.58-5.95%, в среднем – 2.16%. Содержат окатыши и прослои глин мощностью до 0.9 м. По ГОСТ 2138-74 относятся к пескам кварцевым 1-2 классов, огнеупорность высокая (1720-1750^{0}С).

В пределах месторождения выделяется три участка: Восточный, Западный и Южный. Запасы Восточного участка были поставлены на баланс в 1939 г и к 1961 полностью выработаны, за это время было добыто 1.5 млн.т. По Западному участку подсчитаны запасы категории В в размере 0.9 млн.т, вследствие малых запасов он не

планируется к отработке. Южный участок разрабатывается с 1961 г, начальные запасы его по категориям $A+B+C_1$ составляли 41.2 млн.т. В 1981 г была произведена переоценка запасов Южного участка, и ГКЗ утверждены запасы категории В 9.5 млн.т и C_1 31.7 млн.т. На участке преобладают среднезернистые пески, по данным испытаний представляющие собой хороший формовочный материал для чугунного и стального литья. По заключению ООО НИИСтекла, пески могут использоваться также для производства строительного стекловолокна, косервной и бутылочной тары, стеклоизоляторов, труб, пеностекла. Открытая разработка их с 1971 г производится гидромеханизированным способом, обеспеченность разведанными запасами 54 года. Потребителями продукции АООТ «Лужский ГОК» являются машино- и станкостроительные заводы Северо-Запада, частично - стекольные заводы Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Месторождение Крупели

Находится в Лужском районе Ленинградской области, в 8 км от ж-д разъезда 131км. Местородение выявлено и разведано конторой Формразведка в 1957 г, запасы категорий $A+B+C_1$ по Овсянкинскому участку были утверждены ГКЗ в 1958 г.

Полезная толща приурочена к отложениям буртнекских слоев среднего девона и представляет собой пластообразную залежь, сложенную средне- и мелкозернистыми, преимущественно слабо глинистыми, реже – кварцевыми, слюдистыми хорошо отсортированными песками, залегающими на пестроцветных глинах среднего девона. Мощность полезной толщи варьирует в пределах 10.7-46.6 м. Вскрышные породы представлены четвертичными песками, моренными глинами и суглинками средней мощностью 2.2-2.6 м.

Нижняя часть толщи формовочных песков обводнена и сложена кварцевыми, преимущественно мелкозернистыми песками мощностью 6.5-11.6 м; в верхней (необводненной) части мощностью 11.6-13.9 м преобладают среднезернистые слабо глинистые разности. Хорошая сортированность песков определяет их высокую газопроницаемость. Средний химический состав формовочных песков участка Овсянкино (%): SiO_2 95.56, Al_2O_3 1.60, Fe_2O_3 0.66, CaO 0.44, MgO 0.24, K_2O+Na_2O 0.40, ппп 0.86. Содержание фракции +0.63 мм в песках составляет в среднем 0.82%, фракции –0.1 мм – 6.44%, глинистой составляющей 2.2-6.0%. Огнеупорность песков – 1730-1750^{0}C.

Технологические испытания необводненных песков (Форморазведка, 1957) показали необходимость предварительного удаления из них глинистой составляющей. Разработанная схема промывки обеспечивает повышение содержания SiO_2 до 97.2% и сокращение фракции –0.001мм до 0.19% против 4.48% в исходном материале. Хвосты могут использоваться как высокачественная формовочная глина марки ФВ-1.

Месторождение эксплуатируется в северо-восточной части участка одним уступом высотой 8-12 м. Применяется гидромонитор, пульпа транспортируется землесосным снарядом на обогатительную фабрику, выпускающую обогащенные пески с 97-99% SiO_2 и0.03-0.11% Fe_2O_3, которые могут применяться для производства листового технического, автомобильного стекла, стеклоблоков, витрин, стекловолокна для специзделий, медицинского и парфюмерного стекла, стеклоизделий для электронной техники и др.

Производительность карьера составляет 455 тыс.т в год, продукция поставляется на металлургические заводы Северо-Запада.

Струго-Красненское месторождение

Расположено в Стругокрасненском районе Псковской области, в 2 км северо-западнее пос. Струги Красные.

Месторождение выявлено в 1946 г конторой «Форморазведка», которая в течение 1947-48 гг выполнила поисково-разведочные работы с подсчетом запасов формовочных песков, отнесенных в 1949 г ВКЗ к забалансовым. В 1952 г была произведена переоценка месторождения, и его запасы были поставлены на баланс. В 1955 г начата разработка крупнозернистых песков участка 1 Лужским ГОКом.

В 1959 г СЗТГУ провело разведку строительных песков участка 2, запасы утверждены ТКЗ в 1960 г и с 1975 года отрабатываются Струго-Красненским заводом силикатного кирпича. В 1979-86 гг участок 2 был доразведан на формовочное сырье, запасы строительных и формовочных песков этого участка утверждены ГКЗ в 1986 году.

Месторождение связано с водно-ледниковыми отложениями осташковского горизонта верхнечетвертичного возраста и приурочено к краевой зоне развития камовых песков. Песчаная залежь имеет пластообразную форму и вытянута на 2.5 км в северо-западном направлении при ширине от 0.8-1.0 км в центре до 0.3-.5 км на флангах. Общая площадь месторождения 1.5 км^2. Залежь залегает горизонтально и

практически выходит на поверхность, поскольку мощность вскрышных пород редко превышает 0.4 м.

В разрезе залежи по зерновому составу песка выделяется три горизонта: верхний и нижний сложены строительными песками, средний – формовочными. Верхний горизонт имеет мощность от 0 до 15 8 м, нижний – от 2.4 до 25 м, в среднем – 11.2 м. Мощность формовочных песков среднего горизонта варьирует от 2.4-3.6 до 24-26 м при средней 8.2 м; глубина залегания их меняется от 0 до 15.6 м.

Минеральный состав формовочных песков характеризуется преобладанием кварца (82.8-93.2%), содержание полевых шпатов 3.8-11.2%, в виде примеси присутствуют карбонаты, слюды, глауконит, графит. Сумма рудных минералов не превышает 0.2-0.9%. Среднее содержание глинистой составляющей 0.96%.

Средний размер зерен 0.31 мм, преобладают крупные пески (58.7%), средние составляют около 20% и мелкие немногим более 10%. Среднее содержание SiO_2 92.3%, Fe_2O_3 0.33-0.62% (в среднем 0.54), оксидов щелочных и щелочноземельных металлов 1.76-3.94% (среднее 2.37), сульфидной серы менее 0.05%, ппп 0.36-1.26% (среднее 0.97). Газопроницаемость 300, огнеупорность 1640-1720^{0}С; песок соответствует марке $1T_3O_303$.

В настоящее время пески разрабатываются выше уровня грунтовых вод. В дальнейшем при продвижении карьера по площади и на глубину будут встречены обводненные пески, и ожидаемые на конец отработки водопритоки в карьер составят до 15 м^3/час. Воды гидрокарбонатные, кальций-магний-натриевые с минерализацией 0.07-0.4 г/л, pH 6.6-6.8.

Участок 1 с запасами $A+B+C_1$ 8.4 млн.т был полностью выработан к концу 1980-х годов. По участку 2 в 1986 г утверждены запасы $B+C_1$ в размере 17.7 млн.т и C_2 18.3 млн.т; в 1999 году в результате геолого-экономической переоценки запасов формовочных песков было предложено к утверждению 10.5 млн.т по категориям $B+C_1$ и 13.5 млн.т по категории C_2. Балансовые запасы по состоянию на 1.01.2001 г приведены в таблице.

До середины 1990-х годов ТОО «Стромпесок» стабильно добывало ежегодно более 200 тыс.т формовочных песков:

	1985	1994	1995	1996	1997	1998	2000
Годовая добыча	222	245	231	123	105	82	44

С 1996 г наблюдается последовательное сокращение количества добываемого песка.

Формовочные пески месторождения используются, в основном, для крупного чугунного литья, главным потребителем их является Петрозаводский литейный завод. Кроме того, продукция отгружается Толмачевскомк ЖБ и МК, АО Санлит и др.

Каменная соль

Согласно Mining Eng.(USA)-2000,52 №6, общемировое производство поваренной соли в 1998 году составило 186.0 млн.т, в том числе в США 41.3, КНР 30.8, Германии 15.7 и Канаде 13.3 млн.т. Потребление соли в США в 1999 г. достигло 25.6 млн.т.

Госбалансом РФ учтены запасы поваренной соли по 35 месторождениям, в том числе по 34 – балансовые. Поваренная соль в России представлена следующими видами сырья: каменной солью, садочной солью, солью в рапе и рассолами. Основное значение имеет каменная соль – 27 месторождений, 99.7% запасов и 77% добычи. Главными соленосными регионами являются Поволжье, Прикаспийская впадина, Урал, Восточная Сибирь. В Верхнекамском и Шумковском месторождениях (Пермская область) заключено 46.2% общероссийских запасов, в четырех месторождениях Иркутсткой области – 33.3%. Шедокское месторождение в Краснодарском крае содержит 4.13%, а Яр-Бишкадакское в Республике Башкортостан – 3.25% балансовых запасов РФ.

Источником садочной соли являются современные соляные озера в Нижнем Поволжье, Прикаспии и Западной Сибири, там же распространена соленосная рапа. Балансом учтены запасы четырех месторождений садочной соли и трех рапы, их общие запасы составляют 0.2% общероссийских, но добыча – 23% (почти вся соль извлекается из оз.Баскунчак). Единственное в России месторождение рассолов Троицкое расположено в Красноярском крае.

В 2000 г. разрабатывалось 17 месторождений, из них 14 – каменной соли. Общая добыча составила 8394 тыс.т, в том числе по Яр-Бишкадакскому месторождению 35.18%, озеру Баскунчак 21.0%, Верхнекамскому 15.0% и Илецкому (Оренбургская область) 9.0%. Среднее содержание NaCl в каменной соли разрабатываемых месторождений от 92.0 до 98.5%, в садочной соли оз.Баскунчак – 89.9%. Разработка ведется подземными рудниками, методом подземного выщелачивания, а из озер – открытым способом солекомбайнами

Сереговское месторождение

Сереговское месторождение каменой соли разрабатывается с 1637 года и за все время эксплуатации добыто около 1 млн.т соли. В настоящее время его разработка ведется маломощным предприятием по устаревшей технологии.

Месторождение расположено на правом берегу р. Вымь, в 18 км восточнее железной дороги Микунь – Сыктывкар. Оно приурочено к сводовой части соляноку-

Активные запасы каменной соли СЗ округа РФ

Повареная соль, млн.т

Месторождение	Средн. содерж. NaCl, %	Балансовые запасы на 1.01.2001 г			Производительность, тыс.т		
		$A+B+C_1$	в % к общим РФ	C_2	фактич.	проектн.	перспект.
Республика Коми							
ГП «Сереговский сользавод»							
Разрабатываемое							
Сереговское	76.6	689.06	1.0	2061	1.2	6.0	540
Калининградскаяобласть							
Госрезерв							
Гусевское	96.6	1404.4	2.03	3609.3			600
Всего		2093.46	3.03	5670.3			

польной структуры, расположенной в центральной части Вычегодского прогиба. Каменная соль залегает в ядре диапировой структуры. В плане соляной купол имеет эллипсоидальную форму и размеры 1.5х1.9 км, крутизна склонов его 70-80^0. Возраст соли предположительно вендский. Кровля соляной толщи залегает на глубинах 216-520 м, вскрытая мощность соли – 827 м. Соляной купол перекрыт толщей кепрока – сильно раздробленной конгломератовидной или брекчиевидной породой, состоящей из обломков глин, аргиллитов, алевролитов. доломитов. Вся толща огипсована. Мощность пород кепрока от свода к крыльям увеличивается от 216 до 513 м; они перекрываются четвертичными песчано-глинистыми отложениями мощностью 13-54 м.

Каменая соль на 77-98% состоит из галита, качество низкое из-за загрязненности различными примесями, содержание которых превышает нормативы ГОСТа. Галит бесцветный водяно-прозрачный, иногда мутный и окрашен в розовый цвет. Соль перекристаллизована, размер зерен от 1 мм до 2-4 см. Сильвин образует мелкие

неправильные зерна в кристаллах галита, обычна примесь кварца, скопления ангидрита и карбонатов. Соль содержит 0.5-5% сильвина, 0.31-1.7% гипса и ангидрита, 0.01-1.69% калия; присутствует бром (0.013-0.018%). Среднее содержание нерастворимого остатка 18.5%.

Средние содержания NaCl по скважинам колеблются от 68.54 до 89.24%, в целом по месторождению – 76.64%; содержание магния в соли от следов до 0.42%, среднее 0.05%. Содержания калия по скважинам 0.95-1.69% с заметным увеличением в северо-западной части месторождения. По данным технологических испытаний выпаркой неочищенного рассола получена белая пищевая соль ВС с 98.83-99.35% NaCl. Рассол вполне пригоден для производства пищевой соли 1 и В сортов, а также - хлора методом ртутного электролиза, каустической соды и др. продукции.

Разведанная часть соляного купола составляет около 0.5 км^2 – 10% общей; запасы утверждены в ГКЗ в 1964 г. Прогнозные ресурсы месторождения оценены в 5 млрд.т и могут быть существенно увеличены.

В настоящее время объем годовой добычи Сереговского сользавода ПО «Россольпром» около 1.2 тыс.т, в 1999 г он составил 1.1 тыс.т, добыча ведется методом подземного выщелачивания одной скважиной; потери оценены в 5.3 тыс.т. В 2000 году работа сользавода была приостановлена, и годовая продукция соли снизилась до 0.75 тыс.т. По качеству выпускаемая соль соответствует 1 сорту и поставляется торговым организациям. Потребность региона составляет 20 тыс.т соли в год, она удовлетворяется, в основном, импортом из Украины.

Строительство нового сользавода предусматривалось Постановлением Правительства РФ (1996 г). В 1998 году ЗАО «Подземгазпром» разработано ТЭО реконструкции Сереговского сользавода с доведением его мощности до 540 тыс.т соли и строительства на базе месторождения подземного хранилища газа объемом 1 млрд м^3. Правительством Республики Коми и ОАО «Газпром» создано совместное предприятие, начавшее работать в 2000 г. Проектом предусмотрено строительство сользавода производительностью 360 тыс.т пищевой соли сорта «Экстра»в районе села Студенец, куда по рассолопроводу длиной около 25 км будут перекачиваться солевые растворы из Сереговского соляного купола.

Гусевское месторождение

Месторождение расположено в 5 км севернее города Гусев Калининградской области. Гусевское месторождение каменной соли было выявлено при поисково-

разведочном бурении на нефть и газ в 1961-68 гг, которое установило наличие соленосной толщи верхнепермского возраста мощностью 38-116 м. Эти данные получили подтверждение структурным бурением Калининградской КГРЭ на Северо-Гусевской площади, где была вскрыта куполовидная соляная залежь мощностью 64-108 м. Оценка запасов каменной соли составила 3.4 млрд.т. В 1969 году ВНИИГаллургии разработано ТЭО целесообразности освоения Гусевского месторождения, в котором сделан вывод о рентабельности добычи соли при мощности сользавода 240 тыс.т высококачественной пищевой соли в год. По заказу Минпищепром СССР в 1972-73 гг Калининградской КГРЭ проведена предварительная разведка месторождения (3 буровых скважины глубиной 847-860 м, всего 2565 п.м), а в 1973-76 гг – детальная разведка (9 скважин глубиной 833-930м, всего 7806 п.м). Технологические испытания проведены на 16 пробах по 50-100 кг.

Продуктивная прегольская свита верхней перми залегает на размытой поверхности известняков и доломитов новоакмянской свиты мощностью 5-6м и представлена галогенными отложениями общей мощностью от 63.5 до 212 метров, которые подразделяются на три пачки:

- подсолевые ангидриты (17-98 м),
- каменная соль или занимающая ее место темносерая глина (0-157 м),
- надсолевые ангидриты (7.5-16 м).

В пределах собственно Гусевского месторождения мощность соли колеблется в пределах 38-139.5 м при глубине залегания кровли 691-737.5 м, мощность ангидритов составляет 17-98 метров (подсолевых) и 2-16 метров (надсолевых). Соляная залежь сложена почти мономинеральным галитом, в разной степени загрязненным ангидритовым и глинистым материалом (гнезда, включения и прослои до 10 см). Толща каменной соли разделяется на три пачки:

- нижняя пачка желтовато-серой, белой слабо прозрачной слоистой соли с многочисленными прослоями ангидрита до 1-2см (мощность 1-13.5м, местами отсутствует)
- средняя пачка белой, серовато-белой прозрачной или полупрозрачной слоистой соли с нитевидными прослоями ангидрита (21.5-134.5м)
- верхняя пачка прозрачной и полупрозрачной серой, светло-серой соли с включениями полигалита, сильвина (18-65.2м, на юго-востоке отсутствует).

Гусевская залежь каменной соли имеет в плане эллипсоидную форму, удлиненную в северо-восточном направлении, и размеры 14х10км. Залежь представляет собой

асимметричный купол с более крутым (до 3^0) северо-западным и пологим (до $1\text{-}1.5^0$) юго-восточным крыльями и плоским сводом. Залежь не является полностью изолированной и, вероятно, связана на северо-западе с Северо-Гусевской и на северо-востоке с Нестеровской залежами. Подошва соляной залежи наклонена к югу; мощность соли зависит от рельефа подсолевых пород, в частности, положения ангидритового вала и примыкающих к нему депрессий – над валом мощность соли составляет 38-80м, тогда как над депрессиями она возрастает до 110-139.5м.

Качество соли характеризуется следующими данными (вес%):

Пачка	NaCl		нерастворимый осадок	Mg	K
	содержание	преоблад.			
верхняя	73.55-99.0	90.3-98.5	0.08-11.03	0.01-0.04	0.02-0.07
средняя	73.55-99.77	96.2-98.8	0.01-0.4	0.01-0.03	0.003-0.013
верхняя	86.99-96.8		0.07-5.41	0.01-0.03	0.004-0.03

Средневзвешенное качество по промышленной толще (средняя мощность 960.7м): NaCl – 95.56, K – 0.0307, Mg – 0.0184, $CaSO_4$ – 2.977, Na_2SO_4 – 0.0324, нерастворимый остаток 0.863%. Концентрации редких щелочей незначительны.

Предварительными технологическими испытаниями установлено, что переработкой соли, включающей перевод ее в рассол, фильтрование, очистку и выпарку, может быть получен продукт сорта «экстра» с 99.7% NaCl, <0.02% Ca^{2+}, <0.003% Mg^{2+}. Соль Гусевского месторождения пригодна также в качестве сырья для хлорного производства методом ртутного электролиза и производства кальцинированной соды, однако из-за отсутствия возможности сброса промвод, отдаленности карбонатного сырья и отсутствия местной топливной базы эти виды производства экономически неэффективны. Отработка месторождения предпочтительна способом подземного выщелачивания через буровые скважины.

Запасы каменной соли Гусевского месторождения были утверждены ГКЗ в 1976 г, в дальнейшем оно было передано ПО «»Россольпром», которое не оформило лицензии на право пользования, поэтому месторождение отнесено к Госрезерву. Ранее намечались его разработка методом подземного выщелачивания и строительство сользавода производительностью 600 тыс.т соли в год.

Янтарь

Месторождения янтаря принадлежат к экзогенным образованиям и подразделяются на первичные биогенно-осадочные и вторичные россыпные; среди последних в свою очередь выделяются современные и древние погребенные россыпи. Первичные месторождения представлены протяженными пластовыми залежами мощностью до 20 м, в которых янтарем обогащены прослои мощностью в десятые доли метра, редко до 1.5 м. Они залегают в песчано-глинистых отложениях, лигнитах и бурых углях мелового-нижнечетвертичного возраста. Эти залежи не имеют самостоятельного промышленного значения, хотя и поставляют материал для кустарного промысла, но являются главным источником для вторичных месторождений. Первичные проявления янтаря известны, в основном, на севере Сибири (Хатангская впадина, побережье Карского моря в районе пос. Амдерма, Восточно-Сибирского моря, о. Сахалин) и в Доминиканской Республике (Palo Quemado и др), Японии (Куйдзи) и Казахстане (Худайкульское).

Современные аллювиальные и морские россыпи представлены скоплениями и отдельными зернами янтаря в песках, и имеют резко подчиненное значение в мировой сырьевой базе. Лишь изредка, в периоды штормов на побережье Балтийского моря удавалось собрать до десятков тонн янтаря, вынесенного морскими волнами. К этому типу принадлежат месторождения Латвии, Литвы, Германии (Stubbenfeld), на базе которых организована в небольших объемах обработка янтаря, а также месторождения США, Канады (Cedar Lake), Италии (о. Сицилия) и др.

Погребенные россыпи включают два подтипа: а) морские и лагунно-дельтовые россыпи в глауконитовых песках, песчаниках, глинах и алевролитах и б) озерно-ледниковые в глинистых песках с углями и валунных глинах. В обоих случаях продуктивные залежи имеют пластовую или линзовидную форму и содержат скопления желваков и отдельных зерен янтаря, но морские месторождения в глауконитовых песках (а) характеризуются намного более крупными запасами и являются основным источником ювелирно-поделочного янтаря в мире. Крупнейшие месторождения этого подтипа расположены в Калининградской области РФ (80%, по другим источникам – более 90% мировых запасов янтаря) и Бирме (Нанкго-Тай-Мао и др). Запасы озерно-ледниковых месторождений значительно меньше при близком качестве янтаря (мелкие месторождения в Германии, Польше, Румынии, на Украине и др.).

В России на Калининградском янтарном комбинате (с. Янтарное) производится 2/3 всех изделий из янтаря в мире, второе место по продукции занимает Польша, производство янтаря организовано также в Германии, Италии, Бельгии, Японии, США, Бирме, однако масштабы его незначительны. Так, годовая добыча в Бирме и Таиланда в настоящее время не превышает 120 кг, в Канаде суммарная продукция за период 1895-1937 гг составила около 1 т.

Крупнейшие в мире месторождения янтаря в Калининградской области расположены на северо-западном фланге Балтийско-Днепровской янтареносной

Активные запасы янтаря Северо-Западного округа РФ

янтарь, т

Месторождение	Ср.содерж. янтаря кг/м^3	Запасы на 01.01.2001			На дату утвержд.	
		Балансовые		Забалан-совые	Балансовые	
		A+B+C_1	C_2		A+B+C_1	C_2
Калининградская область ГУП«Калининградский янтарный комбинат» *Разрабатываемые* Пальмникенское янтарь Прикарьерный участок	1.065			5510.9	15948	5875
Пляжевый участок	2.461	145.3			13933	4557
Приморское янтарь	1.342-1.623	113417.2	52110	759.6	118414	52110
АОЗТ «Адитон» *Разрабатываемые* Филино янтарь	0.512	41.8	36.9		41.8	36.9
Всего		**113604.3**	**52146.9**	**6270.5**		
кроме того, в отвалах		4069.8				

провинции, вытянутой в северо-западном направлении на 2000 км при ширине до 500 км. В пределах Калининградской области общая площадь янтареносных отложений составляет около 300 км^2, они занимают Земландинский полуостров и ограничены с севера, запада и юга Балтийским морем, а с востока – железной дорогой Зеленоградск-Калининград. Продуктивная прусская свита имеет, вероятно, верхнепалеогеновый

возраст (37.5 млн. лет по глаукониту). Ее разрез в карьере Прикарьерного участка, где прусская свита залегает в интервале глубин 28.5-44 м, имеет следующее строение:

1) «Дикая земля» - базальный горизонт песков и алевролитов глауконит-кварцевого состава, содержащих до 9-15% гравийных кварцевых зерен, комки глины и фосфоритовые конкреции (до 120 кг/м^3); мощность 0.1-15.9 м.

2) «Голубая земля» - глауконит-кварцевые алевриты и глинистые, слюдистые алевритовые пески с желваками янтаря. В низах разреза встречаются конкреции фосфоритов; мощность 14.4 м.

3) «Плывун» - глауконит-кварцевые средне-крупнозернистые пески с кварцевым гравием. Постоянно встречаются конкреции сидерита, пирита, фосфорита, в небольшом количестве зерна янтаря; мощность до 35 м.

4) «Белая стена» - алевриты с прослоями алевритистых глин и линзами грубозернистого кварцевого песка; мощность до 14 м.

Главные промышленные месторождения янтаря сосредоточены на сравнительно небольшом участке между пос. Янтарный, Синявино и Кленовое в Зеленоградском районе. Сырьевой базой Государственного унитарного предприятия «Калининградский янтарный комбинат» (до 1996 г. – АО «Русский янтарь») служат Пальмникенское (ныне выработанное) и Приморское месторождения; на отработку небольшого по запасам месторождения Филино в 1996 г. лицензия была выдана АОЗТ «Адитон», однако за период по 2000 г сведений о добыче от этого предприятия не поступало.

Пальмникенское месторождение янтаря

Пальмникенское месторождение является старейшим источником янтаря в мире, первые находки необработанных янтарных пластин относятся к палеолиту. Долгое время добыча на нем осуществлялась путем собирания янтаря, выброшенного волнами, ловлей сачками или извлечением с морского дна пиками; имеются упоминания о вывозе янтаря с Балтийского побережья в Римскую империю. По ориентировочным подсчетам В. Готона, за 3 тыс. лет по берегам Балтийского моря ручным способом было собрано 12.5 тыс.т янтаря. С 1650 г началась разработка месторождения подземными горными работами: сначала добыча велась штольнями, закладываемыми в обрыве коренного берега моря, позднее было заложено несколько шахт, в том числе шахта «Анна», действовавшая вплоть до 1922 года. В общем подземными работами было отработано три участка общей площадью 1.5 км^2. В 1912 г на коренном берегу в 500 м от моря был заложен карьер, который действовал до 1972

года, за исключением 1944-48 гг., с июля 1948 г он эксплуатировался комбинатом №9 треста «Русские свмоцветы», позже – Калининградским янтарным комбинатом.

В пределах Пальмникенского месторождения выделяется два участка: Прикарьерный и Пляжевый, разделенные полосой подземной отработки.

Прикарьерный участок расположен в 300-400 м северо-восточнее пос. Янтарный и в 500-600 м восточнее берега моря, примыкая к карьеру 1912 года с северо-запада и северо-востока. Южная часть его, известная также как участок Зоргенау, площадью 1.2 км^2 находится непосредственно восточнее карьера. Детальная разведка Прикарьерного участка была выполнена в 1948-1951 гг Ленинградским ГУ (бурение по сети 200х200 и 100х100м с последующим сгущением до 100х20 м), всего было пройдено 120 буровых скважин (6158.9 п.м). В 1952 г ВКЗ утвердила запасы янтаря в размере:

1) Балансовые запасы категории A_2 11995 т

   B 960 т

   C_1 2993 т, A+B+C_1 15948 т при содержании 1.0 кг/м^3

   C_2 5875 т при содержании 1.24 кг/м^3

2) Забалансовые запасы категорий A+B 2017 т, C_2 4415 т.

Разрез кайнозоя начинается с песчано-глинистых отложений эоцена, залегающих на меловых мергелях и имеющих общую мощность около 60м. Выше по разрезу они сменяются глауконитовыми глинами с фосфоритовыми стяжениями (4.25м), известными под названием «дикая земля», которые перекрываются глауконитовой слюдистой глиной с прослоями кварц-глауконитовых песков и неравномерно распределенными включениями янтаря («голубая земля»). Вес кусков янтаря варьирует от долей грамма до 8 кг, при этом довольно обычны включения по 1-1.5 кг; средняя мощность слоя 6.5м. Разрез олигоцена завершается переслаивающимися песками и глинами (8.3м), на которых залегают тонкослоистые глины и разнозернистые кварцевые пески миоцена, а выше – четвертичные ледниковые и водно-ледниковые отложения.

Мощность продуктивного горизонта («голубой земли») меняется от 1.70 до 10.35м, уменьшаясь к юго-западу и на участках древнего размыва. Среднее содержание янтаря на большей части площади 0.5-1 кг/м^3, содержание выше 1 кг/м^3 встречается лишь на небольших изолированных участках и преобладает только на юге и юго-западе Прикарьерного участка (1-2.56 кг/м^3). В частности, среднее содержание янтаря в «голубой земле» участка Зоргенау – 1.2 кг/м^3. Основная масса янтаря приурочена к

нижним частям продуктивного горизонта, в 0.5-2м от его подошвы. Мощность обогащенного интервала до 2, изредка до 4м. Глубина залегания горизонта колеблется от 28.0 до 49.25м, возрастая в южной части до 37.1-50.75м.

Отработка запасов Прикарьерного участка продолжалась карьером до 1972 года, когда карьер был ликвидирован в связи с полной отработкой балансовых запасов. Выработанная часть карьера сейчас представляет собой естественный водоем, заполненный подземными водами и атмосферными осадками. Неотработанными в пределах участка остались забалансовые запасы (5510.9 т янтаря), расположенные под пос. Синявино. Сведения о размерах общей добычи янтаря на Прикарьерном участке отсутствуют; указывается, что за последние 100 лет его отработки ежегодная продукция составляла 100-500 т янтаря-сырца, ориентировочная оценка добычи за этот период составляет 25-30 тыс.т сырца.

Пляжевый участок представляет собой узкую полосу искусственного и естественного пляжа, расположенную между морем и коренным берегом на отрезке длиной 6.5 км от южной окраины пос. Янтарный до пос. Донское. Ее ширина 100-750 м, общая площадь – 2.5 км^2. В 1948-49 гг одновременно с разведкой Прикарьерного участка велась детальная разведка и на пляже в районе пос. Янтарный. В восточной части его было пройдено 12 скважин (100х200 м), подсчитаны запасы C_1+C_2 в размере 1100 т янтаря, которые по горно-техническим условиям были отнесены в 1949 г ВКЗ к забалансовым. В 1956 г в центральной части участка был пройден второй буровой профиль, позволивший нарастить запасы к югу на 6167 т (В+C_1).В 1971-72 гг по заявке янтарного комбината ККГРЭ проведена предварительная разведка Пляжевого участка на площади 0.39 км^2 по сети 200х200 м; НТС СЗТГУ утверждены запасы C_1 4309 т янтаря. В 1972 г начата отработка этих запасов карьером, который действовал до 2002 года. К 1980 году карьер вышел за границы утвержденных запасов, в связи с чем в 1980-81 гг Калининградской КГРЭ выполняется предварительная разведка с подсчетом запасов на всей площади Пляжевого участка, включая возможную подводную часть месторождения. Пройдено 49 разведочных скважин по сети 200х200 м (общий объем 1113.2 п.м.); запасы категории C_1 9624 т янтаря утверждены НТС СЗПГО.

Геологический разрез участка следующий:

1) Тонкозернистые глауконит-кварцевые пески верхнего эоцена с примесью гальки; 20.0-34.0 м.

2) Песчано-алевритистые фосфоритоносные глины и глинистые пески («дикая земля»); 16.0-20.0 м.

3) Алевритистые сильно глинистые глауконит-кварцевые пески, супеси, суглинки верхнего эоцена с 0.8-3.6 кг/м^3 янтаря («голубая земля»); 10.0-16.0 м.

4) Тонкозернистые глауконит-кварцевые пески нижнего олигоцена; 8.0-10.0 м.

5) Современные морские пески с примесью гравия и гальки; 2.5-8.0 м.

6) Эоловые (дюновые) пески; 0.0-2.5 м.

Ниже залегают отложения среднего-нижнего эоцена (алевролиты, алевриты, пески, опоки). Максимальная мощность «голубой земли» в восточной части участка под коренным берегом, где горизонт не подвергался размыву, достигает 10.2м; максимальное содержание янтаря – в центре вблизи Пляжевого карьера (до 7.4 кг/м^3). По разрезу продуктивного горизонта максимум концентрации янтаря приходится на низы – интервалы 0.75-1.5 м и 3-4 м от подошвы. Янтарь встречается в виде включений - кусков неправильной формы размером от 1 до 50 мм.

За период эксплуатации карьера на Пляжевом участке (30 лет) добыто около 16 тыс.т янтаря, максимальная продукция в 1977 г составила 754.0 т. По состоянию на 01.01.2001 г остаток балансовых запасов составлял всего 145.3т, однако в 2001 году на Пляжевом участке было добыто 192.1 т сырца.

Приморское месторождение янтаря

Приморское месторождение расположено в 0.5 км восточнее пос. Янтарный и открыто в 1949 году. В 1951-52 гг поисковыми работами установлено наличие янтареносных пород на площади 76 км^2, в пределах которой на участке 10.8 км^2 выполнено поисковое бурение по сети 2х2 и 1х1км (45 скважин общим объемом 3320 п.м.). В 1952-55 гг Ленинградским, позднее – Северо-Западным ГУ проведена детальная разведка месторождения (площадь 9.5 км^2) – пройдено 360 скважин ударного бурения по сети 200х200 и 100х100 м, всего 23849 п.м. В 1955 г ГКЗ СССР утверждены запасы по категориям А+В и C_1; на участке поисковых работ предварительно оценены запасы категории C_2.

По данным разведочных работ геологическое строение и литологический состав пород на участке месторождения не отличаются от Пальмникенского. На глинах и глауконит-кварцевых песках (32.7м) эоцена залегают глауконитовые глины с фосфоритовыми стяжениями и «голубая земля» - глауконитовые глины с янтарем и

фосфоритовыми желваками. Выше по разрезу располагаются кварц-глауконитовые пески, песчано-глинистые отложения миоцена и четвертичные водно-ледниковые образования. Мощность продуктивного горизонта варьирует от 2.65 до 11.45м на площади поисков и от 0.5 до 17.45м на разведанном участке; глубина его залегания составляет 46.6-92.35м и 44.3-65м, соответственно. Распределение янтаря по разрезу неравномерно: наиболее обогащена средняя часть пласта мощностью 2-5 м, где содержание янтаря достигает 1-4 кг/м^3. В верхних примерно 3 метрах оно не превышает 500 г/м^3, в низах разреза резко падает до 50-100 г/м^3. В пределах разведанного участка наиболее высокие концентрации янтаря характерны для его средней части, к северу и югу наблюдается снижение содержаний. Янтареносный пласт подстилается слоем мощностью 1.8 м, насыщенным фосфоритовыми стяжениями. Мощность вскрышных пород на Приморском месторождении составляет 45-92 метра.

ГКЗ СССР утверждены запасы янтаря в размере 93703 т (А+В) и 24711 т (C_1), подсчет был произведен по «голубой» и «дикой» землям совместно. Средняя мощность пласта составила от 6.46 до 7.29м, содержание янтаря от 1.0 до 1.34 кг/м^3. По результатам поискового бурения оценены запасы категории C_2 в размере 67863 т янтаря при среднем содержании 0.5 кг/м^3 и мощности продуктивного пласта 5.48м. В конце 1970-х гг Калининградской КГРЭ выполнено расчленение в контуре отработки 1-ой очереди и подсчет по каждому горизонту раздельно. Запасы янтаря в «дикой земле» оказались 2190.7 т ($A+B+C_1$) или 1.85% от общих. Одновременно ГКЗ были утверждены и запасы фосфоритов в подстилающем горизонте – 3893 тыс.т, но в 1971 году они были сняты с баланса как утратившие промышленное значение.

На участке детальной разведки с 1970 года Калининградским янтарным комбинатом велось строительство карьера, обогатительной фабрики и других промышленных сооружений, которые были приняты в эксплуатацию в мае 1976 г. Проектная мощность карьера была 1235 т сырца, обеспеченность предприятия запасами в проектных контурах отработки составляла 42 года. Однако, фактическая добыча за все время эксплуатации месторождения оказалась намного ниже и составляла 125-160 т сырца в год с максимальной в 2000 г – 471.0 т и минимальной в 1997 г – 36.4 т. Среднее содержание янтаря в добываемой руде 1.1-1.2 кг/м^3. Месторождение отличается более сложными гидрогеологическими условиями разработки.

Добыча янтаря в период 1995-2001 гг (т)

Месторождение	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Приморское	164	146	37.6	82.4	42.5	143.9	105.2

Пальмникенское	697	538	352.2	438.8	322.0	309.6	192.1
Филино	-	-	1.9	-	-	-	-
Всего	861	684	391.7	521.2	364.5	453.5	297.3

Добываемый Калининградским янтарным комбинатом янтарь по красоте и способности к обработке не имеет равных в мире и применяется для изготовления ювелирных и художественных изделий, а также в разных отраслях промышленности, в естественном, плавленном виде и в виде продуктов сухой перегонки. 10.6% добываемого янтаря имеет размеры более 32мм, распределение общей продукции по сортам следующее:

- 1 класс, поделочный 12.4%
- 11 класс, прессовочный 7.05%
- 111 класс, лаковый 80.55%

Янтарь, непригодный для изготовления художественных изделий, служит сырьем для получения прессованного и плавленного янтаря, янтарного масла, кислоты, лака и эмали.

Месторождение янтаря Филино

Месторождение обнаружено в середине 1990-х годов при проведении СНПО «Балтберегзащита» инженерно-геологических изысканий на перемычке котлована отстойника. Оно расположено в 200м восточнее пос. Филино в Зеленоградском районе. Продуктивный пласт залегает на глубине 6.2 м и имеет мощность от 3.0 до 4.5 м; среднее содержание янтаря -- 512 г/м^3. В 1996 г ТКЗ СЗРГЦ утверждены подсчитанные методом геологических блоков запасы янтаря месторождения Филино по категории C_1 41.8 т и C_2 36.9 т. В мае 1996 г АОЗТ «Адитон» выдана лицензия на эксплуатацию. С тех пор сведений о добыче янтаря на этом месторождении не поступало.

Поисково-оценочными работами 1995 года в Зеленоградском районе Калининградской области выявлено перспективное проявление янтаря Надеждинское, которое можно рассматривать как резерв для Калининградского янтарного комбината. Ресурсы C_2+P_1 на площади менее 1 км^2 оценены в 3 тыс.т янтаря при средних содержаниях 543-877 г/м^3, мощность горизонта «голубой земли» 5.5 м, средний коэффициент вскрыши – 1.9.

3.1.6.Элементы-примеси

Многие месторождения полезных ископаемых СЗ округа характеризуются комплексным характером руд, при котором кроме ведущих компонентов в них содержатся второстепенные, а также элементы-примеси, которые либо входят в состав главных рудных минералов и могут быть извлечены при переделе концентратов, либо образуют самостоятельные минеральные формы и могут быть выделены в отдельные концентраты. В некоторых случаях элементы-примеси играют весьма существенную роль в обеспечении промышленности теми или иными видами сырья, например, титан и редкоземельные металлы в лопаритовых рудах Ловозерского месторождения (основные объемы продукции в современной России), стронций в апатите из хибинских месторождений – единственный вид стронциевого сырья, запасы которого учтены балансом, металлы платиновой группы в медно-никелевых рудах Печенгского рудного района и т.д.; некоторые элементы, например, галлий, вообще не образуют собственных месторождений и добываются только как примеси. Часть компонентов комплексных руд, принадлежащих к второстепенным или к примесям, рассмотрена выше наряду с главными (титан, РЗМ, стронций, кобальт), в настоящем разделе приведены данные по фтору в фосфатных рудах, рассеянным и благородным металлам в медно-никелевых рудах и галлию в нефелинах и бокситах.

Фтор является составной частью апатита, его содержание в этом минерале из хибинских апатит-нефелиновых руд составляет 3.0-3.2%. Промышленностью освоена эффективная технология извлечения фтора при кислотной переработке апатитового концентрата на минеральные удобрения, использование азотнокислой схемы обеспечивает более высокое извлечение. На суперфосфатных производствах извлекается 15-20% фтора, из него лишь около половины составляет продукцию, остальное сбрасывается в промводах. Тем не менее, получение фтора из апатита оказывается экономически более эффективно, чем из плавикового шпата.

В 1973 г на Хибинах началась систематическая работа по промышленной оценке запасов фтора в апатит-нефелиновых рудах с постановкой их на Государственный баланс. В 1980х годах ежегодно в рудах добывалось более 520 тыс.т фтора, попутное производство его составляло 90-100 тыс.т (около 30% общей потребности СССР).

По состоянию на 1.01.2001 г запасы фтора в хибинских апатит-нефелиновых рудах составляют 85.7% общероссийских балансовых запасов промышленных категорий в фосфатных рудах, а добыча за 2000 г – 99.9%.

Главным источником **селена и теллура** в России являются медноцинковоколчеданные руды месторождений Урала (52.3% общероссийских запасов Se, 63.0% Te). Сульфидные медно-никелевые руды также играют значительную роль в сырьевой базе этих элементов, но среди них явно доминируют месторождения Норильского района (28.7% запасов Se, 23.4% Te), тогда как на долю печенгских месторождений приходится лишь 2-3% запасов каждого элемента. Характерной особенностью является повышенное содержание селена и теллура во всех сульфидных минералах медно-никелевых руд, их извлечение осуществляется при металлургическом переделе файнштейна из анодных шламов рафинирования черновой меди и чернового никеля.

Сульфидные медно-никелевые руды являются в России главным источником получения **платиноидов**. По данным Metal Bull Monthly—2001,№370, в 1999-2000 гг производство платины в РАО «Норильский никель» составило более 90% общероссийского, палладия – 50-60%. Ежегодно в медно-никелевых рудах добывается 100-130 т МПГ, а годовой выпуск палладия составляет 75-83 т, платины – 24-26 т. Для отдельных рудных районов статистика отсутствует, но преобладающая роль норильских месторождений и для этого вида сырья несомненна. Концентраты МПГ и благородных металлов (золото, серебро) вырабатываются АО «ГМК Печенганикель» и АО « Комбинат Североникель» и направляются для дальнейшей переработки в товарную продукцию в АО «Красцветмет».

Активные запасы элементов-примесей СЗ округа РФ

Элемент, тип руд, месторождение	Средн.содерж ppm, F - %	Балансовые запасы, т		Забаланс. запасы, т	Запасы на 1.1.2001 т	
		$A+B+C_1$	C_2		$A+B+C_1$	C_2
Фтор, тыс.т в апатите апатит-нефелиновых руд						
Мурманская область						
АО «Апатит»						
Разрабатываемые						
Кукисвумчоррское	1.11	5554			5030	
Юкспорское	1.21	8109			6848	
Апатитовый Цирк	1.17	2267	52		1629.5	52
Плато Расвумчорр	1.18	8525	279		4422	279
Коашва	1.30	9346	2053		8577.5	2053

Ньоркпахк	1.02	1273	89		796	89

Элемент, тип руд, месторождение	Средн.содерж ppm, F - %	Балансовые запасы, т		Забаланс. запасы, т	Запасы на 1.1.2001 т	
		$A+B+C_1$	C_2		$A+B+C_1$	C_2
Резервные						
Олений Ручей	1.26	4095	638	164	4095	638
Партомчоррское	0.58	4376	746		4376	746
Всего		43545	3857	164	35774	3857
Селен/Теллур в медно-никелевых рудах						
Мурманская область						
АО «ГМК Печенганикель»						
Разрабатываемые						
Ждановское	4.88/0.8		3245.4/274.2	201.0/16.2		
Заполярное	9.93/3.07	164.4/50.8	25.5/7.6			
Котсельваара	13.0/4.2		133.6/42.9			
Семилетка	8.0/4.0		64.7/32.4			
Резервные						
Спутник	13.35/3.17	195.7/46.5				
Быстринское	4.40/0.37		157.9/13.3			
Тундровое	3.10/0.37		325.7/38.8	11.4/1.4		
Верхнее	4.0/1.4		252.3/88.3	57.3/20.0		
Всего		360.1/97.3	4205.1/497.5	269.7/37.6		
МПГ в медно-никелевых рудах						
Мурманская область						
АО «ГМК Печенганикель»						
Разрабатываемые						
Ждановское	0.058		42.1			
Заполярное	0.431	7.3	1.13			
Котсельваара	0.185		1.7			
Семилетка	0.14		0.54			
Резервные						
Спутник	0.035	5.1				
Быстринское	0.086		3.1			

Тундровое	0.022		2.31			
Верхнее	0.099		6.24			
Всего		12.4	57.12			

Элемент, тип руд, месторождение	Средн.содерж ppm, F - %	Балансовые запасы, т		Забаланс. запасы, т	Запасы на 1.1.2001 т	
		$A+B+C_1$	C_2		$A+B+C_1$	C_2
Золото/Серебро в медно-никелевых рудах						
Мурманская область						
АО «ГМК Печенганикель»						
Разрабатываемые						
Ждановское	0.008/1.18		5.48/840			4.93/
Заполярное	0.008/3.40	1.38/58.9	0.2/9.1		0.69/	0.2/
Котсельваара	/1.4		/1.4			
Семилетка	0.036/1.33		0.14/5.4			0.10/
Резервные						
Спутник	0.01/2.68		1.48/39.3			1.48/39.3
Быстринское	0.008/1.63		0.29/58.5			0.29/58.5
Тундровое	0.008/1.36		0.84/142.8	0.03/5.0		0.84/142.8
Верхнее	0.02/0.92		1.26/58.0	0.29/13.2		1.26/58.0
Всего		2.86/98.2	8.21/1115.2	0.32/18.2	0.69/	9.10/
Галлий в бокситах для глиноземного производства						
Архангельская область						
ОАО «СОБР»						
Разрабатываемые						
Иксинское	62.0	12262			12129.7	
Ленинградская область						
ОАО «Бокситогорский глинозем»						
Разрабатываемые						
Радынское	54.6		116.6			17.3
Малогорское	54.6		60.7			60.7

Элемент, тип руд, месторождение	Средн.содерж ppm, F - %	Балансовые запасы, т		Забаланс. запасы, т	Запасы на 1.1.2001 т	
		$A+B+C_1$	C_2		$A+B+C_1$	C_2
Галлий в нефелинах Мурманская область АО «Апатит» *Разрабатываемые* Кукисвумчоррское	11.3				5132.9	
Юкспорское	44.34				25019.5	
Апатитовый Цирк	10.6				1474.1	74.4
Плато Расвумчорр	9.5				3568.9	297.5
Коашвинское	16.78				11092.4	3758.6
Резервные Олений Ручей	14.1				4571.2	941.0
Партомчорр	36.7				27525.0	4909.8
Всего в хибинских месторождениях	24.0				78384.0	9981.3

Мировые промышленные запасы **галлия** сосредоточены, в основном, в бокситах, являющихся его главным промышленным сырьем и обеспечивающих более 90% его производства. Общие запасы галлия зарубежных стран в используемых видах сырья оцениваются в 3 млн.т, подтвержденные запасы составляют 411 тыс.т и сосредоточены, главным образом, в бокситовых месторождениях Австралии (110 тыс.т), Гвинеи (71 тыс.т), Бразилии, Ямайки, Индии, Судана и др. стран. Средние содержания Ga в бокситах 30г/т, иногда оно возрастает до 70-80 г/т. Мировые запасы галлия в цинковых рудах значительно меньше – 7.35 тыс.т при среднем содержании 50 г/т (Канада, США, Австралия).

Ведущими производителями галлия в настоящее время являются Япония, Германия, Франция и КНР; в 1970-е годы мировое производство его оценивалось в 7-15 т, в конце 1980-х – в 45-50 т, в 1993 г оно достигло 85 т. Суммарные заводские мощности в целом в мире к 2000 г могут достигнуть 400 т. Крупнейший производитель галлия в Китае Great Wall Aluminium Corp выпускает около 10 т металла в год (Metal

Bull-2001, №8640) и планирует увеличить производство до 15 т; более 90% продукции экспортируется.

Структура минерально-сырьевой базы галлия СССР, а теперь России существенно отличается от мировой доминирующей ролью апатит-нефелиновых руд хибинских месторождений, на долю которых приходится более 60% балансовых запасов и более 70% производства галлия. В целом запасы Ga России на 1.1.1992 по категориям $A+B+C_1+C_2$ были учтены на 42 месторождениях и составляли 151 тыс.т. 62.2% их связано с апатит-нефелиновыми рудами, 33.3% - с бокситами и остальные 4.5% приходятся на уртиты, медно-колчеданные и полиметаллические руды. Средние концентрации галлия составляют 23.7 г/т в апатит-нефелиновых рудах, 53 г/т в бокситах, 9 г/т в колчеданных и 17.5 г/т в полиметаллических рудах. Извлечение, как и в мировой практике, низкое и не превышает обычно 10-15%. Из нефелиновых концентратов галлий извлекается на предприятиях ОАО «Пикалевское объединение «Глинозем» (ведущий продуцент галлия в России) и Волховском АЗ. С бокситами в России ежегодно извлекается из недр около 200 т Ga, но установки по его получению имеются только на ОАО «Бокситогорский глинозем», перерабатывающем тихвинские и иксинские бокситы, и на Уральском АЗ, использующим сырье из месторождений Ср. и Ю. Урала. В небольшом объеме галлий вырабатывается на Ачинском глиноземном комбинате из алунита.

Производство галлиевой продукции в СНГ (СССР) в тоннах характеризуется таблицей:

	1990	1993	1995	1996
Россия	16.8	16.6	10-12	7-8
Казахстан	17.9	20.0		
Украина	8.9			

Согласно сообщениям в периодической печати, в 2001 г на Николаевском алюминиевом заводе (Украина) введена в строй линия по производству чернового галлия из импортируемых бокситов со стартовой производительностью 1.8 т и дальнейшим увеличением выпуска до 10т в год.

В Северо-Западном ФО запасы галлия как попутного компонента подсчитаны в бокситах для глиноземного производства Иксинского месторождения и месторождений Тихвинского бассейна и в нефелинах из апатит-нефелиновых руд хибинских месторождений. Средне-Тиманские бокситы содержат в среднем 64 ppm Ga, но подсчет запасов его не производился. По приближенной оценке в разведанных балансовых

запасах Вежаю-Ворыквинского месторождения содержится более 8 тыс.т галлия, при производительности 1-ой очереди рудника в 2.5 млн.т бокситов глиноземных сортов ежегодно будет добываться 160 т галлия.

Бокситы Иксинского месторождения перерабатывались в начале 1990-х гг на глинозем ОАО «Бокситогорский глинозем», при этом в небольшом количестве извлекался черновой галлий.В последнее время продукция СОБРа поступает, главным образом, в Республику Таджикистан. Предполагалось, что получение галлия из бокситов этого месторождения будет осуществляться, в основном, на Северо-Онежском ГЗ, однако вопрос о его строительстве находится еще в стадии решения. Пока галлий производится на двух предприятиях – ОАО «Бокситогорский глинозем» из тихвинских и северо-уральских бокситов и ОАО «Пикалевское объединение «Глинозем» из хибинского нефелинового концентрата. В обоих случаях производство ориентировано на повышение показателей по выпуску основной продукции, извлечение чернового галлия не превышает 11-12%.

Показатели работы цеха по производству галлия
ОАО «Бокситогорский глинозем»

Год	Переработано бокситов тыс.т	в том числе				Продукция	
		радынских	СОБР	СУБР	импортных	Глинозем тыс.т	Черновой Ga, кг
1990	599.8	156.4	392.4	-	51.0	198.0	4250
1991	600.0	170.7	349.5	-	79.8	198.0	4250
1992	580.5	193.9	318.7	67.9	-	185.5	3039
1993	518.1	285.9	188.0	44.2	-	172.7	не произв.
1994	432.0	379.0	53.0	-	-	152.5	2500
2000	489.6	27.5	462.1		-	161.2	1343.4+ 1191 рафиниров.

В нефелинах хибинских месторождений нефелин-апатитовых руд содержание галлия колеблется в пределах от 24 до 107 г/т, подсчитаны и поставлены на баланс запасы галлия по семи месторождениям, в т.ч. пяти эксплуатируемым (см. таблицу); среднее содержание в руде составляет 24 г/т галлия. Производство галлия из хибинского нефелинового концентрата в ОАО «Пикалевское объединение «Глинозем» в начале 1990-х годов составляло 4-4.5 т. чернового металла в год.

3.2. Месторождения с неактивными запасами (не планирующиеся к освоению)

К пассивным (неактивным) запасам минерального сырья относятся разведанные или предварительно оцененные (C_2) запасы, отработка которых в настоящее время – в условиях рыночной экономики – нерентабельна. По определению к неактивным принадлежат забалансовые запасы; кроме того, в этой же категории оказалось и значительное количество запасов, учтенных Государственным балансом РФ как балансовые. Геолого-экономическая переоценка разведанных запасов минерального сырья была произведена в 1995-1999 годах производственными и научно-исследовательскими организациями МПР с участием горно-добывающих предприятий под методическим руководством ВИЭМСа и привела к сокращению сырьевого потенциала страны в среднем на 27-30% [16].

Низкая рентабельность или нерентабельность промышленного освоения пассивных запасов определяется различными причинами, среди которых наиболее распространены следующие:

- низкие концентрации в рудах полезных компонентов;
- отсутствие экономически эффективной промышленной технологии обогащения руд и передела концентратов;
- неблагоприятные горно-технические и гидрогеологические условия разработки месторождений, их географо-экономическое положение и экологические ограничения;
- неблагоприятная конъюнктура сырья на внутреннем и внешнем рынках, в том числе низкий спрос или насыщенность рынка.

Низкое качество руд определило неактивный характер апатитовой и луешит-пирохлоровой минерализации в карбонатитовых массивах Мурманской области и Республики Карелии, вкрапленных сульфидных медно-никелевых руд Сопчи, НКТ, Ловно и никеленосных латеритов Архангельской области, ряда фосфоритовых залежей Ленинградской области и т.п. Вследствие отсутствия спроса на листовой мусковит к пассивным относятся запасы слюдоносных пегматитов Енского и Чупино-Лоухского районов, на гатчеттолитовый концентрат – запасы Тухта-Вары и Аномальной зоны Ковдора. Технологически неосвоены титаномагнетитовые, перовскитовые, сфеновые руды, отсутствует промышленная технология извлечения Ta, Nb, РЗМ из лейкоксеновых песчаников Ярегского месторождения. Вследствие неблагоприятных

горно-технических и гидрогеологических условий неэффективно освоение ряда бокситовых залежей Тихвинского и Северо-Онежского бокситоносных районов, молибденового месторождения Лобаш в Карелии. Эти и другие причины, обусловившие пассивный характер запасов руд, по каждому месторождению приведены в таблице ниже. По некоторым типам руд (титаномагнетитовым, гатчеттолитовым, луешит-пирохлоровым, апатитовым и др.), принадлежность запасов которых к неактивным попрежнему вызывает дискуссию, произведено более подробное рассмотрение.

Отнесение запасов к активным или неактивным является достаточно условным и в большой степени зависит от изменений обстановки на внутреннем или мировом рынках. Так, после распада СССР российская промышленность, выпускающая титановую губку, осталась без собственной сырьевой базы. Резко возросший спрос на титановое сырье стимулировал уже к 1995 году выдачу лицензий на доразведку и последующее освоение 10 месторождений коренных ильменитовых руд и комплексных россыпей, запасы которых либо не учитывались Госбалансом, либо относились к забалансовым, а в трех случаях были лишь предварительно оценены по категориям C_2+P_1 – месторождения Юго-Восточная Гремяха, Большой Сейим и Бешпагирсое россыпное. Тем не менее, все они в настоящее время, несомненно, принадлежат к активным; к 2005 году ожидается начало промышленной отработки 7 из этих месторождений.

В качестве другого примера можно привести мировой танталовый бум на рубеже XX1 века. С середины 2000 до января 2001г, т.е. за 6 месяцев, цены на танталовые концентраты возросли на мировом рынке почти в 7 раз, что вызвало бурное расширение поисково-разведочных работ и переоценку ряда танталовых месторождений. Предпочтение отдавалось, конечно, редкометальным гранитным пегматитам, но в сферу промышленной оценки попали и месторождения других типов, раннее не привлекавшие внимания. В частности, исключенное из перечня объектов с промышленными запасами в 1992г месторождение Abu Dabbab (Египет), связанное с редкометальными Li-F гранитами, с 1999г активно готовится к освоению со стартовой производительностью предприятия 190 т Ta_2O_5 в концентрате (Gippsland Ltd). В Саудовской Аравии Tertiary Minerals оценивает ресурсы (C_2) месторождения Ghurayyah в 94 тыс.т Ta_2O_5 при содержании 0.024% и возможности открытой разработки; ранее это месторождение в щелочных гранитах было опоисковано в 1978г и не рассматривалось в качестве перспективного. С 2000 года лондонская Angus &

Ross выполняет поисково-ревизионные работы на зонах тантал-пирохлоровой (гатчеттолитовой) минерализации в нефелиновых сиенитах Центра Motzfeldt в Гренландии; руды такого типа до сих пор нигде в мире не разрабатывались из-за сложности передела концентратов. Angus & Ross рассчитывает на значительные запасы с содержанием Ta_2O_5 не менее 0.03% (Ta_2O_5 : Nb_2O_5 1:10-13), исследования лаборатории Lakefield позволяют надеяться на успешное преодоление трудностей металлургии.

Приведенные примеры показывают, насколько легко размываются границы между активными и неактивными запасами при изменениях коньюнктуры (и цен) того или иного вида сырья, развития новых технологий обогащения руд и передела концентратов и т.п.

Титаномагнетитовые руды (Fe,Ti,V). Среди нетрадиционных источников титанового сырья наибольшее внимание до сих пор привлекают титаномагнетитовые руды, локализующиеся в базитовых интрузиях различных формационных типов. В некоторых случаях титаномагнетит образует комплексные руды с участием других титановых минералов – сфена или перовскита. Часть запасов титаномагнетитовых и комплексных руд учитывается Госбалансом РФ, в том числе как балансовые (сфен и титаномагнетит в апатит-нефелиновых рудах Кукисвумчоррского, Юкспорского и Партомчоррского месторождений – запасы железа и титана) или забалансовые (титаномагнетитовые руды Пудожгорского месторождения – запасы железа и ванадия). В недавних публикациях ряд авторов вновь подчеркнул высокую перспективность титаномагнетитового оруденения Пудожгорского и Елетьозерского месторождений [5], относя эти месторождения к наиболее перспективным в России (Пудожгорское, Гремяха-Вырмесское, Африканда, по [58]. Указывается [18], что ВИМСом разработана технология извлечения из титаномагнетитовых руд высококачественного железо-титан-ванадиевого концентрата, плавка которого позволяет получать чугун, ванадиевый и титановый шлаки. Опытная плавка концентрата Пудожгорского месторождения дала шлак с 32-37% V_2O_5. В то же время известно, что несмотря на острый дефицит в РФ титанового сырья ни одно из этих месторождений не разрабатывается; опытная эксплуатация в 1950-х проводилась только на Африкандовском месторождении перовскит-титаномагнетитовых руд, причем планировалось извлечение только перовскитового концентрата, возможность же использования «железного концентрата» (50-61% Fe, 9% TiO_2) уже тогда оценивалась негативно. Впрочем, низкие показатели обогащения и сложность переработки

перовскитового концентрата обусловили скорую консервацию работ и исключение запасов Африкандовского месторождения из Госбаланса (1972 г). В течение многолетней эксплуатации апатит-нефелиновых месторождений Хибин получение сфенового и титаномагнетитового концентратов не вышло за рамки опытных наработок и прекратилось в 1990-х годах. Решением ГКЗ СССР запасы титаномагнетитовых руд Пудожгорского месторождения в 1959 учтены как забалансовые из-за отсутствия эффективной промышленной технологии обогащения и передела концентрата. В связи с такой противоречивой оценкой перспектив использования действительно очень значительных ресурсов титаномагнетитов СЗ округа необходимо рассмотреть их подробнее.

Как известно, мировое производство титанового сырья из коренных источников базируется на месторождениях ильменит-магнетитовых руд, допускающих разделение ильменита и магнетита простыми механическими способами с получением кондиционных концентратов (Tellnes, Норвегия и Panzhihua, КНР; ранее также Otanmaki, Финляндия). Исключением является месторождение Allard Lake в Канаде, руды которого представлены ильменитом с пластинчатыми вростками гематита, составляющего около 25% - структура распада твердого раствора подобно титаномагнетиту. Руда не поддается обогащению с отделением гематита и перерабатывается пирометаллургией на высококачественные титановые шлаки (67-72% TiO_2). Такая технология окупается высокими концентрациями диоксида титана в рудах – 32-36% TiO_2. Титаномагнетитовые концентраты с 4-18% диоксида титана перерабатывать как титановое сырье экономически неэффективно, поскольку получаемые шлаки с 30-40% TiO_2 нерентабельны для дальнейшей переработки.

Титаномагнетитовые руды как комплексное железо-ванадиевое сырье разрабатываются на месторождениях Бушвельдского комплекса (ЮАР) и Гусевогорском, Первоуральском в России. Титаномагнетиты уральских месторождений принадлежат к низкотитанистому типу (концентраты содержат 2.58% TiO_2 на Гусевогорском и 1.91% на Первоуральском) и пригодны для доменной плавки с получением ванадиевого чугуна. Последний используется для получения ванадиевого шлака с 14-24% V_2O_5; сквозное извлечение ванадия низкое (24-28%). Титаномагнетитовая руда Бушвельда является массивной (более 95% титаномагнетита) и не требует обогащения. Она содержит 56-57.5% Fe, 12-14% TiO_2 и 1.4-1.66% (среднее 1.6%) V_2O_5. Из-за высокого содержания титана руда непригодна для доменной плавки и подвергается достаточно сложной пирометаллургической подготовке с

последующей электроплавкой и получением ванадистого чугуна, который используется для производства стали и ванадиевого шлака с 24-28% V_2O_5. Вероятно, по такой же схеме могут перерабатываться титаномагнетитовые концентраты месторождений Lac Dore, Канада и Tin Edia, Верхняя Вольта, характеризующиеся содержаниями V_2O_5 1.0-1.25% и TiO_2 5-14%. Во всех этих примерах титан не извлекается, а эффективность дорогостоящей переработки руд и концентратов обеспечивается высокими концентрациями ванадия. Титаномагнетитовый концентрат сходного месторождения Mustavaara в Финляндии (8-9% TiO_2, 1.6% V_2O_5 в концентрате) подвергался выщелачиванию до плавки с извлечением ванадия в раствор и складированем выщелоченного титаномагнетита на перспективу.

Таким образом, мировой и отечественный опыт эксплуатации титаномагнетитовых месторождений показывает, что наиболее рентабельны для переработки низкотитанистые (менее 4% TiO_2) титаномагнетитовые концентраты, являющиеся сырьем на железо и при соответствующих концентрациях - на ванадий. Средне- и высокотитанистые концентраты используются только при достаточно высоких содержаниях ванадия, оправдывающих применение дорогостоящих методов пирометаллургии и электроплавки с получением чугуна (Бушвельд) или без него (Mustavaara). Титан из титаномагнетитовых концентратов извлекать нецелесообразно (кроме случаев, подобных месторождению Allard Lake). Рассмотрим с этих позиций титаномагнетитовые месторождения СЗ округа. Они имеют следующие характеристики титаномагнетитовых концентратов (таблица).

Магматическая формация	Месторождение	Средн.содерж. в конц-те, %		
		TiO_2	Fe	V_2O_5
Агпаитовых нефелиновых сиенитов	Кукисвумчорр, Юкспор	13.3-14.4	56.0	
Щелочно-ультрамафитовая	Африканда	9-10.4	50-61	0.1-0.2
	Лесная Варака	10.23	54.12	0.018
	Вуориярви	10.9	58.4	0.056
Щелочно-габброидная	Гремяха-Вырмес	8.78	56.0	0.28
	Елетьозерское	9.37	58.3	0.60
Габбро-анортозитовая	Колвицкое	8.9	60.0	0.62

	Цагинское	11-12	58-59	0.5-0.6
Габбро-диабазовая	Пудожгорское	14.58	56.3	1.0-1.2
	Койкарское	18.43	51.8	1.05

Как видно из таблицы, все титаномагнетитовые концентраты принадлежат к высокотитанистым, что исключает их использование для доменной выплавки чугуна. Применение электроплавки или химического выщелачивания, возможно, было бы оправдано для концентратов из Пудожгорского и Койкарского месторождений, отличающихся достаточно высоким по мировым меркам содержанием ванадия. Однако, производство ванадия в России опирается на развитую сырьевую базу Качканарского ГОКа, наиболее дешевым способом перерабатывающего руды Гусевогорского месторождения с обеспеченностью запасами на много лет. При этом надо учесть, что в настоящее время только половина железо-ванадиевого концентрата используется для получения конечных ванадиевых продуктов. Кроме того, намечалось строительство на базе Собственно-Качканарского месторождения Среднеуральского ГОКа мощностью 45 млн.т сырой руды (около 30 тыс.т V_2O_5) и ввода в действие на Нижне-Тагильском МК конвертерного цеха №2 для переработки ванадийсодержащего сырья Качканарского и Среднеуральского ГОКов в товарную ванадиевую продукцию. В этих условиях освоение высокотитанистых титаномагнетитовых руд Карелии вряд ли целесообразно. В качестве титанового сырья интерес могут представлять только те руды, из которых возможно извлечение самостоятельного ильменитового концентрата (Гремяха-Вырмес, Елетьозерское, Колвицкое).

Бокситы.

Южно-Тиманский бокситоносный район. К настоящему времени в Южно-Тиманском районе известны 13 бокситовых залежей и ряд проявлений бокситов. Имеются также значительные перспективы наращивания ресурсов, в т.ч. на площадях, примыкающих к Средне-Тиманскому бокситоносному району.

Наиболее крупные запасы бокситов заключены в семи залежах, входящих в состав Тимшерско-Пузлинской группы месторождений, они учтены Госбалансом РФ. Две залежи объединяются в Вольское месторождение, еще три - в Кедвинское. Глубина залегания бокситов варьирует от 10 до 200 м, чаще всего в пределах 40-100 м; протяженность бокситовых пластов от первых сотен метров до нескольких км, мощность 2-3 м.

Бокситы Тимшерско-Пузлинской группы месторождений представлены каолинит-бемитовым минеральным типом, обычно маложелезистым и низкомодульным. Характерны повышенные концентрации серы 1.5-1.8%, местами в верхних горизонтах до 4-5%, что требует дополнительной операции (обжиг, флотация и т.п.). В отдельных залежах содержание CaO достигает 16%.

В залежах Кедвинского месторождения бокситы бессернистые и бескальциевые, однако еще более низкомодульные. В их составе доминируют каолинит, гиббсит и бемит в резко переменных пропорциях, использование их для производства глинозема также экономически неэффективно. Бокситы Вольского месторождения по составу занимают промежуточное положение.

В целом при наличии значительно более качественных бокситов Средне-Тиманского района промышленное освоение залежей Южного Тимана в ближайшие несколько десятков лет не ожидается.

Элементы-примеси в бокситах. Бокситы Северо-Онежского и Средне-Тиманского бокситоносных районов характеризуются присутствием ряда элементов-примесей, часть которых может эффективно использоваться промышленностью, повышая рентабельность отработки. Основными промпродуктами передела бокситов, в которых концентрируются примесные элементы, являются щелочно-алюминатные растворы и шламы («красный шлам»). В алюминатные растворы переходят V, Ga (55%, остальной галлий входит в глинозем, повышая его качество) и Cr^{4+}; в красном шламе концентрируются Ti, REE, Y, Sc, Nb, Cr^{3+}.

Запасы галлия, ванадия и хрома в бокситах поставлены на баланс; в промышленных масштабах извлекаются галлий и за рубежом – ванадий (см. раздел по активным запасам).

Концентрации в бокситах Иксинского и Средне-Тиманских месторождений составляют: TiO_2 до 2.8%, REE 600-1350 ppm (до 5.4%), Sc 80-100 ppm, Y 200-300 ppm, Nb до 700-800 ppm. Изучение красного шлама переработки бокситов Иксинского месторождения показало, что он представляет собой редкометальный продукт, содержащий 9.93% TiO_2, 0.05% Sc, 0.015% Y и 0.034% REO при извлечении их из бокситов 70-90%. Перспектива промышленной утилизации шламов и алюминатных растворов в части иксинских бокситов может быть реализована, вероятно, лишь в случае сооружения в Архангельской области самостоятельного глиноземного производства.

Молибден. Основу минерально-сырьевой базы молибдена в России, как и во всем мире, составляют штокверковые собственно молибденовые и молибденово-медные месторождения порфирового типа. Кроме того, в РФ молибденовые концентраты получают попутно на Тырныаузском скарново-вольфрамовом месторождении (Кабардино-Балкарская Республи-ка). 2/3 общероссийской продукции Мо производит Сорский ГОК, разрабатывающий одноименное молибденово-медное месторождение в Республике Хакасии, с 2000 года возобновлена эксплуатация Жирекенского месторождения (Читинская область). Всего Государственным балансом РФ учитываются запасы 9 месторождений со средним содержанием в рудах 0.069% Мо. В результате произведенной в 1998 году Министерством природных ресурсов геолого-экономической переоценки к активным были отнесены только 50% разведанных запасов; из 6 резервных месторождений в числе активных осталось три, а Мало-Ойногорское (Республика Бурятия), Агаскырское (Республика Хаккасия) и Лобашское (Республика Карелия) были признаны в современных условиях нерентабельными. Проблему обеспечения российской промышленности молибденом предлагается решить за счет освоения блока богатых (0.14% Мо) руд Орекитканского месторождения в Республике Бурятия.

Штокверковое молибденовое месторождение Лобаш предварительно разведано в 1991-93 гг. Промышленная рудная залежь имеет форму пологозалегающего пласта и залегает в надинтрузивной зоне гранитного массива. Размеры залежи 2000х500-750 м, мощность в центральной части до 200 м с постепенным выклиниванием на флангах. Кровля рудного тела располагается на глубинах от 10-15 до 50-100 м, опускаясь в краевых частях до 200 м. Рудные минералы (молибденит, пирит, в меньшем количестве – халькопирит, пирротин) приурочены к кварцевым прожилкам, реже жилкам; среднее содержание молибдена в балансовых запасах составляет 0.068%. Руда легко обогащается флотацией, в концентрат с 48-52% Мо извлекается более 86% молибдена. Возможна открытая отработка карьером до глубины 340 м; мощность вскрышных пород при этом составит от 7 до 275 м, в среднем 108 м, а коэффициент вскрыши – 1.28 $м^3$/т. Карьер будет располагаться ниже уровня подземных вод вблизи р. Лобаш и одноименного озера, в связи с чем потребуется сооружение защитной дамбы. Экономическая эффективность освоения месторождения оценивалась в 1991 г. компанией «Outokumpu Metals and Resources. Mining Service» (Финляндия), которая дала отрицательное заключение.

На территории СЗ ФО известно еще одно молибденовое месторождение, запасы которого не учитываются Госбалансом.

Яурийокское месторождение (Мурманская область) разведывалось в 1950-53 гг, его запасы были утверждены ВКЗ СССР в 1954 г и до 1959 г учитывались Госбалансом как резервные, после чего были сняты ввиду непромышленного характера объекта. Месторождение представлено кварцево-жильной зоной в альбитизированных и грейзенизированных гранитах, имеющей дугообразную форму и размеры 1200х150-200 м. Отдельные кварцевые жилы имеют протяженность от 10-20 до 700 м при мощности около 1 м и содержат вкрапленность молибденита, флюорита и монацита. Во вмещающих апогранитах развита бедная минерализация (флюорит, молибденит, колумбит, вольфрамит, самородный висмут). Месторождение разведано до глубины 220 м, запасы подсчитаны по 9 кварцевым жилам до 80 м; содержание молибдена в жилах от 0.1 до 0.69%, среднее 0.3%, руда легкообогатима. Месторождение может разрабатываться подземным способом, гидрогеологические условия простые. Вследствие незначительных запасов и неблагоприятного географо-экономического положения (неосвоенный район, в 90 км от ближайшей ж-д станции) Яурийокское месторождение не имеет промышленного значения, но может представлять интерес для среднего и малого бизнеса.

Олово. К началу 1997 года по запасам олова Россия занимала 7-ое место в мире вслед за главными оловодобывающими странами (Бразилия, Малайзия, Китай, Таиланд, Боливия, Индонезия). Более 80% российских запасов заключено в рудах коренных месторождений при среднем содержании 0.70% Sn и лишь 17-20% приходится на россыпи (0.50 кг/м^3). Этим МСБ олова России резко отличается от мировой, которая на 60.9% по запасам и на 76.5% по добыче представлена аллювиальными, элювиальными и дельтово-прибрежными россыпями с содержаниями Sn 0.4-4.0 кг/м^3.

95% запасов РФ находится на Дальнем Востоке (Республика Саха, Хабаровский и Приморский края, Магаданская область). За период 1992-96 гг производство олова в концентратах снизилось с 17 до 8 тыс.т, в 1998 г оно составило 7.6 тыс.т, значительно уступая ведущим зарубежным продуцентам (8.5-38.7 тыс.т/год). В России прекращена добыча олова в Чукотском АО, Магаданской и Читинской областях, до 1991 г поставлявших 22% олова в концентратах; в настоящее время выпуск продукции осуществляется только Депутатским ГОКом в Республике Саха и Хрустальненским ГОКом в Приморском крае на одноименных месторождениях, Дальневосточной горной

компанией в Хабаровском крае на месторождении Солнечное и комбинатом «Хинганолово» в Еврейской АО. В результате геолого-экономической переоценки в числе активных осталось только 33% балансовых запасов, составляющие сырьевую базу действующих предприятий. Резервными для них служат россыпь Тирехтях (Республика Саха), Правоурмийское и Соболиное месторождения (Хабаровский край) и небольшое месторождение богатых руд Искра в Приморском крае.

В Северо-Западном ФО наиболее значительные концентрации олова сосредоточены в Кительско-Питкярантском оловорудном районе (Республика Карелия) в Северном Приладожье. Здесь в различной степени изучены 6 скарново-касситеритовых месторожде-ний, из которых на Кительском в 1980-84 гг выполнена детальная разведка и запасы поставлены на Госбаланс. На месторождении Хопунвара проведена предварительная разведка, на остальных – поисково-оценочные работы (1985-86 гг).

Оловянно-полиметаллическое оруденение Кительского месторождения локализовано в гранат-пироксеновых, гранатовых и магнетит-пироксеновых скарнах, образуя рудную зону размером 2000х400-500 м, которая включает 21 рудное тело, из них 16 – с балансовыми запасами. Рудные тела имеют форму крутопадающих пластов протяженностью по простиранию 40-510 м, по падению 40-330 м и мощностью 1.1-4.0 м. Руды вкрапленные, тонко-мелкозернистые. Олово содержится в касситерите и в виде тонкодисперсных включений в силикатах, главным образом, в гранате (по данным технологических исследований 15-50% общего олова). В связи с этим для руд Кительского месторождения принята как наиболее эффективная комбинированная схема переработки, включающая РРС крупнокускового материала и пирометаллургический передел (фьюмингование) обогащенного продукта. Выход последнего составляет 77%. Сквозное извлечение Sn в товарный продукт (припой марки ПОС-30) – 82.2%. В качестве бипродукта может производиться цинковый купорос при сквозном извлечении цинка 33%. Переработка кительской руды (после РРС) предполагалась на заводе «Рязцветмет» (г. Рязань), имевшем незагруженные мощности по фьюмингованию. Месторождение может разрабатываться подземным способом, балансовые запасы утверждены до глубины 260 м.

Аналогом месторождений Кительско-Питкярантского района может служить скарновое вольфрам-оловорудное (шеелит-касситеритовое) месторождение Майхура (Таджикистан) с запасами 20 тыс.т SnO_2 при содержании олова в труднообогатимых рудах 0.2-0.6% (среднее 0.3%).

На двух месторождениях Питкярантской группы (Укса и ЮЗ Люппико) по результатам поисково-оценочных работ произведен подсчет запасов категории C_2 **бериллия.** Рудные тела представлены апоскарновыми хризоберилл-флюоритовыми грейзенами, пространственно обособленными от оловоносных скарнов. По содержанию Be руды бедные и убогие с 0.10-0.11% BeO (при минимально-промышленном 0.20-0.35%), бериллий распределен между тонкодисперсным хризобериллом и породообразующими силикатными минералами; эффективной технологии извлечения его из руд такого типа не разработано. Таким образом, бериллиевая минерализация Кительско-Питкярантского района носит явно непромышленный характер. Хризоберилл-гранат-касситеритовые руды близкого скарново-грейзенового типа известны на месторождениях Сырымбет (Казахстан), Iron Mountain и Lost River (США), последнее эксплуатировалось в 1950-х годах как оловорудное (добыто 330 т металла из руды с 1% Sn), бериллий не извлекался.

Тантал, ниобий (гатчеттолит). Гатчеттолит, как и некоторые другие виды редкометального сырья России, представляет собой нетрадиционную для мировой практики минеральную форму. Получаемый из гатчеттолитовой руды концентрат является по мировому стандарту некондиционным и не рассматривается в качестве товарного продукта. Доводка его до товарных продуктов возможна лишь путем вскрытия минерала с применением химико-металлургических методов.

Гатчеттолит (в зарубежной литературе называемый обычно уранпирохлором) представляет собой минерал из группы пирохлора, содержащий более 10% вес. Ta_2O_5 (обычно 10-15%) и примерно равное количество U_3O_8. В гатчеттолитах из карбонатитовых комплексов Карело-Кольского региона (Ковдорский,Вуориярвинский, Турьинский, Себльяврский) и Восточного Саяна (Белозиминский, Среднезиминский) содержания Nb_2O_5 варьирует в пределах 32-48%, Ta_2O_5 9-15% и U_3O_8 6-20% при ниобий-танталовом отношении 2-4.

Субпромышленные концентрации гатчеттолита изучались и за рубежом в Канаде и Гренландии. В общем месторождения этого типа характеризуются близкими параметрами и качеством руд:

Месторождение	Средние содержания в рудах, вес.%				Запасы руды, млн.т
	Nb_2O_5	Ta_2O_5	U_3O_8	Nb/Ta	
			Россия		
Ковдорское	0.0722	0.0118			20.4
Тухта-Вара	0.050	0.0133	0.0135	5	38.4

Неске-Вара	0.148	0.017	0.0113	7.4	-
Белозиминское	0.40	0.015	0.015	23	-
Среднезиминское	0.16	0.024	0.02	5.7	30
Канада					
Crevier	0.189	0.02	0.02	8	15.2
Manitou Islands	0.69		0.041	14.3	5
Гренландия					
Motzfeldt	0.38	0.0426		7.6	4

Руды являются труднообогатимыми, черновые концентраты содержат от 1-1.8 (Ковдор, Crevier) до 5-6% (Тухта-Вара, Среднезиминское) Ta_2O_5 и 13-25% Nb_2O_5, последующий гидрометаллургический передел дает продукты с 8-12% Ta_2O_5 и 76-80% Nb_2O_5, сквозное извлечение от руды не превышает 55-60%. Сложный процесс переработки руды при невысоких показателях определяют низкую экономическую эффективность или убыточность ее переработки по освоенным технологиям. Это послужило главной причиной отсутствия интереса к гатчеттолитовой минерализации в мире, а также отказу от освоения разведанных месторождений гатчеттолитовых руд в СССР. В частности, из-за высокой стоимости обогащения и передела концентрата возможные потребители отказались в свое время от использования гатчеттолита Ковдорского месторождения («Аномальной зоны»), даже при условии попутной выемки руды. В 1979 г запасы этого месторождения были исключены из балансовых.

Экономически эффективная переработка подобных видов сырья возможна только с использованием новых процессов обогащения и передела концентратов. По сообщению Mining Journal в 2000-2001 гг, именно технологические исследования стали предпосылкой для возобновления поисковых работ на богатые Ta-Nb руды в комплексе Motzfeldt (Гренландия), предпринятого Angus & Ross (Лондон).

Ниобий. Перспективы развития минерально-сырьевой базы ниобия России в современных экономических условиях связываются в первую очередь с богатыми (по мировым меркам) пирохлоровыми рудами, пригодными для производства феррониобия. Такие руды, как правило, локализуются в корах выветривания карбонатитовых комплексов или продуктах их перемыва. Программой обеспечения российской промышленности ниобиевым сырьем предусматривается освоение наиболее богатых руд Белозиминского месторождения (рудное тело 1 в коре выветривания и уч. Ягодный – перемытая кора) со средними содержаниями 1.1-1.5%

Nb_2O_5, Большетагнинского месторождения (пирохлоровые микроклиниты, слюдиты) с 1.05% Nb_2O_5, Главной рудной зоны Татарского месторождения (кора выветривания) со средним содержанием 0.7% Nb_2O_5. Руды всех указанных месторождений допускают применение предварительной радиометрической сортировки с повышением концентрации пентоксида ниобия до 1.2-1.7% при извлечении 60-70%; попутно с пирохлором возможно рентабельное извлечение микроклинового (сырье для электрокерамики), апатитового концентратов и вермикулита. Планируется также маломасштабная разработка ультрабогатых руд участка Буранный месторождения Томтор, содержащих в среднем 8.2% Nb_2O_5, но расположенных в экстремальных географо-экономических условиях. В перспективе намечается освоение и пирохлоровых руд Чуктуконского месторождения (коры выветривания карбонатитов с 1.16% пентаксида ниобия). Руды последних двух месторождений характеризуются также высокими концентрациями РЗМ и иттрия.

На фоне перспектив освоения месторождений с такими рудами совершенно ясно, что ниобиевая минерализация в карбонатитах Кольского полуострова (Неске-Вара, Салланлатва) с содержаниями около 0.2% Nb_2O_5 не может привлечь какого-либо интереса еще продолжительное время. Представляется, что и «богатые» пирохлоровые руды Неске-Вары, описанные в разделе «Активные запасы», со средним содержанием 0.53% Nb_2O_5 вряд ли смогут стать предметом серьезного рассмотрения из-за незначительных запасов.

Апатиты. 1970-1980-е годы соответствовали периоду последовательного роста производства минудобрений в СССР и соответствующего развития геологоразведочных работ по расширению минерально-сырьевой базы фосфатного сырья. В эти годы в Северо-Западном округе опоискован и частично разведан ряд месторождений и проявлений апатитовых руд различных формационных типов, из которых наиболее значительными являются Себльяврское месторождение апатит-силикатных руд, Гремяха-Вырмесское месторождение апатит-титаномагнетит-ильменитовых руд, месторождения апатит-карбонатных руд Ковдора, Тухта-Ваара, Тикшеозера и т.д. Следует отметить, что руды всех перечисленных месторождений по концентрациям P_2O_5 заметно уступают разрабатываемым, особенно хибинским, однако значительные запасы, в некоторых случаях комплексный характер руд, отсутствие других источников для восполнения намечающегося выбывания мощностей хибинских рудников определяли в тот период благоприятные технико-экономические показатели возможного освоения по крайней мере некоторых из них.

Положение резко изменилось в 1990-е годы. Произошло резкое повышение цен на апатитовые концентраты, транспортных тарифов, с одной стороны, и еше более резкое падение платежеспособности потребителей минеральных удобрений внутри страны. В течение 1994-95 гг выкупалось менее 10-15% заявленной потребности в минудобрениях, осенью 1996 г закупки удобрений не производились вообще.

Выпуск апатитового концентрата сократился в 2.5-3 раза, и в 1996 суммарное производство АО «Апатит» и АО «Ковдорский ГОК» составило лишь 3.2 млн.т P_2O_5, из них почти половина была экспортирована. Также значительно вырос экспорт готовых минудобрений. Высокая стоимость апатитового концентрата и продолжающееся повышение транспортных тарифов вынуждают свертывать производство удобрений на юге России и Украине, в Сибири, Поволжьи и на Урале и искать альтернативные источники фосфорного сырья либо за рубежом, либо на местах за счет использования мелких и средних месторождений низкокачественных фосфоритов.

Отмеченные тенденции продолжают сохраняться и в последнее время. Так, в 1999 г общий выпуск апатитового концентрата предприятиями Мурманской области составил 8.64 млн.т, из них экспортировано в страны дальнего и ближнего зарубежья 4.65 млн.т, т.е 54%. С учетом экспорта готовых минеральных удобрений доля вывозимых фосфатных материалов возрастает, вероятно, до 80-90%. В этих условиях очевидно, что освоение новых объектов с низкокачественными апатитовыми рудами (3.5-4% P_2O_5) в ближайшие десятилетия нереально, поскольку при существующих на мировом рынке ценах их разработка будет убыточной. Другой проблемой является необходимость крупных инвестиций в строительство новых рудников с производительностью не менее 1 млн.т руды, а также решения вопросов охраны окружающей среды. Следствием сложившегося положения явилось исключение из Госбаланса запасов апатит-титаномагнетит-ильменитовых руд месторождения Гремяха-Вырмес, которые ранее рассматривались как реальный резерв для АО «Апатит».

Тальковый камень. По разведанным запасам талька РФ занимает второе место в мире после КНР, но 83.3% балансовых запасов заключено в 4 месторождениях талькового камня – тальк-магнезитовых, тальк-доломитовых или тальк-хлоритовых пород, содержащих 35-75% талька. Месторождения гипербазитового типа (Шабровское, Сыростанское, Медведевское и др. на Урале), характеризуются рудами низкого качества (обычно 45-53% талька) с повышенным содержанием железа. Значительно более ценные месторождения собственно талька (более 75%)

карбонатного типа и особенно развитые в элювиальной коре выветривания представлены всего 16.7% разведанных запасов и расположены в Иркутской , Кемеровской областях и Красноярском крае. Добычу талькового камня осуществляют Шабровский ГОК и комбинат «Миасстальк» (Сыростанское месторождение), имеющие достаточно высокую степень обеспеченности запасами и полностью удовлетворяющие внутренние потребности России в этом виде сырья. На мировом рынке подобная продукция из талькового камня считается низкосортной и не пользуется спросом. В связи с этим мелкие месторождения талькового камня в Республике Карелии, частично – остатки ранее разрабатывавшихся относятся к неактивным.

Балансом учтено одно месторождение Турган-Койван-Аллуста в Медвежегорском районе, запасы которого приняты НТС СЗТГУ в 1959 г, но не утверждались. В 1993 г АО «Шунгит» получило лицензию на Восточную залежь месторождения и проводило детальную разведку. По состоянию на 1.01.2000 г действие лицензии досрочно прекращено в связи с невыполнением условий лицензионного соглашения.

До 1970 г балансом учитывались запасы месторождения Калливо-Муреннен-ваара в Медвежегорском районе, которое периодически разрабатывалось в 1925-41 гг. Лучшая часть залежи выработана, и в 1970 запасы месторождения исключены из баланса. В 1998 г АОЗТ «Горизонт» выдана лицензия на геологическое изучение и добычу талькового камня для производства блоков на срок до 2020 года.

Гипс. Гипс (гипсовый камень) широко применяется в производстве строительных материалов как вяжущее вещество для изготовления штукатурных растворов, сырье для разнообразных строительных деталей, цемента и т.д., а также для отливки форм и моделей, изготовления декоративных изделий, для медицинских целей; некоторые разновидности (селенит) – для поделок.

В Российской Федерации 95% балансовых запасов сосредоточено в европейской части, в том числе 58% - в Центральном ФО, где расположены крупнейшие разведанные и разрабатываемые месторождения (Тульская, Московская и др. области). На долю Северо-Западного округа приходится 1.4% общероссийских запасов категорий $A+B+C_1$; в последнее десятилетие добыча гипса не производилась. Месторождения разведаны в Республике Коми, Архангельской и Псковской областях.

В Псковской области и Республике Коми гипсовые залежи локализуются в глинисто-карбонатных (известняки, мергели) отложениях фаменского и франского ярусов верхнего девона. В Псковской области добыча гипса производилась на Дроздовском и в небольшом количестве на Залавьевском участках Изборского

месторождения. В 1950-х годах производительность карьера составляла около 100 тыс.т, к 1965 г планировалось увеличение до 145 тыс.т. Около 60% продукции использовалось Изборским гипсовым заводом и ПО «Псковстройматериалы», остальное вывозилось в другие регионы Северо-Запада. К 1988 г месторождение было выработано: карьер «Дроздово» ликвидирован и рекультивирован, остатки запасов категории В в объеме 264 тыс.т списаны в 1990 г. Другие месторождения гипса Псковской области характеризуются большой глубиной залегания , неблагоприятными гидрогеологическими условиями; их разработка экономически неэффективна, вследствие чего они списаны с баланса с суммарными ресурсами P_1 217 млн.т.

В Республике Коми балансом учитываются запасы Ижемского и Седъюского-2 месторождений. Оба месторождения разрабатывались в 1941-1965 и 1937-1945 гг, соответственно, Сосногорским алебастровым и Ухтинским кирпичным заводами, Ухткомбинатом. Производительность карьеров не сообщается, но очевидно она была невелика. Продукция использовалась только местными предприятиями для изготовления цемента, алебастра. В настоящее время планы возобновления эксплуатации отсутствуют.

Крупнейшее на Северо-Западе Звозское (Северо-Двинское) месторождение гипса в Архангельской области залегает в кунгуро-артинских отложениях нижней перми, представленных доломитами и доломитизированными известняками, глинами и глинистыми сланцами. Гипс отличается высоким качеством, выделяются кристаллический гипс, алебастр, волокнистый гипс или селенит, шпатовый гипс; он соответствует требованиям химической, целлюлозной, цементной и строительной промышленности. Разведанные запасы гипса составляют 30 млн.т и могут быть увеличены в несколько раз. Месторождение разрабатывалось в 1950-х годах с годовой добычей около 90 тыс.т, планировался рост производства до 300 тыс.т. Месторождение находится в неблагоприятных географо-экономических условиях, добыча носила сезонный характер, из-за отсутствия дорог продукция доставлялась в г. Архангельск водными видами транспорта по р. Сев. Двине и далее перегружалась в железнодорожные вагоны, направляясь на гипсовые заводы и заводы стройматериалов Архангельской области.

В современных экономических условиях эксплуатация месторождений гипса Республики Коми и Архангельской области, очевидно, менее эффективна, чем поставка необходимой для промышленности Северо-Запада гипсовой продукции из

Центральной России. В связи с этим запасы этих месторождений являются в настоящее время неактивными.

Месторождения Северо-Западного округа РФ с неактивными запасами

(выделены месторождения с запасами, учитываемыми Госбалансом РФ

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Черные металлы Железные руды Мурманская область **Юкспорское** **титаномагнетит в апатит-нефелиновых рудах**	**$Fe_{общ}$ 1.1**	**600 млн.т**						**Не разработана эффективная промышленная технология переработки концентрата**
Кукисвумчоррское **То же**	**$Fe_{общ}$ 1.3**	**487.3 млн.т**						**То же**
Республика Карелия **Межозерское** **железистые кварциты**	**$Fe_{общ}$ 32.9**			**69.5 млн.т**				**Возможный резерв АО «Карельский окатыш» в дальней перспективе**
Цагинское титаномагнетитовые руды	TiO_2 6.20	53.8 млн.т					150-180	Для титаномагнтитовых сфеновых и перовскитовых руд не существует эффективной промышленной технологии переработки концентратов
Колвицкое ильменит-титаномагнетито-вые руды	TiO_2 8.0		98 млн.т		100 млн.т		200	

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Партомчоррское **Сфен и титаномагнетит в Апатит-нефелиновых рудах**	**TiO_2 3.5**		**877.45 млн.т**					
Юкспорское **то же**	**TiO_2 1.8**		**564.3млн.т**					
Кукисвумчоррское **то же**	**TiO_2 1.8**		**454.2 млн.т**					
Африканда перовскит-титаномагнетитовые руды	**TiO_2 11.12**	**627 млн.т**					**300**	
Ловозерское **лопаритовые руды** **(горизонты верхних серий участковАллуайв,Сенгисчорр, Куамдеспахк и др., горизонты 111-1У серий Умбозерского участка)**	**TiO_2 1.07**	**84.3 млн.т**	**234.9 млн.т**	**486.6 млн.т**				**Неактивные запасы по основному компоненту – танталу**
Республика Карелия Елетьозерское апатит-титаномагнетит-ильменитовые руды	TiO_2 8.0	60 млн.т					200	Отнесены к неактивным из-за низкого качества
Пудожгорское титаномагнетитовые руды	**TiO_2 8.13**				**316.7 млн.т**			Запасы Пудожгорского месторождения отнесены ГКЗ в 1959 г к забалансовым из-за высокой энергоемкости металлургического передела .
Койкарское титаномагнетитовые руды	TiO_2 6.02				78.1 млн.т			

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		A+B+C_1	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Цветные металлы **Никель, медь** Мурманская область Сопча – жильные руды жилы массивных Cu-Ni руд	Ni 3.23 Cu 2.06 Co 0.15	178 тыс.т			532.5 тыс.т			Крайне малая мощность рудных жил, незначительные запасы, подземная отработка
Сопчуайвенч вкрапленные Cu-Ni руды	Ni 0.33 Cu 0.17				131.5 млн.т			Низкие концентрации никеля в рудах
Нюдайвенч вкрапленные Cu-Ni руды	Ni 0.24 Cu 0.20				13.3 млн.т			
Республика Карелия Восточно-Вожминское	Ni 0.94 Cu 0.25 Co 0.04	1.8 млн.т						Незначительные запасы при рядовых содержаниях никеля
Лебяжинское	Ni 0.95 Cu 0.42 Co 0.03	5.3 млн.т						
Светлоозерское	Ni 0.79 Cu 0.11 Co 0.03	6.3 млн.т						
Архангельская область Сезское никеленосные коры выветривания	Ni 0.69 Co 0.07		10.7 млн.т				100	Из-за низкого качества руд и небольших размеров рудных тел не имеют значения как самостоятельные объекты. По технологическим свойствам руд не могут быть резервом для никелевых заводов Ю.Урала. Запасы сняты с учета в 1989 г.
Талицкое то же	Ni 0.61 Co 0.07		6.4 млн.т				100	

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Молибден Мурманская область Яурийокское	Mo 0.3	90.2 тыс.т	85.9тыс.т	90.2 тыс.т			220	
Республика Карелия **Лобаш**	**Mo 0.068**	**82.3 млн.т**	**121.4 млн.т**	**27.4 млн.т**				
Олово Республика Карелия **Кительское** **олово-полиметалические скарны**	**Sn 0.56-0.35** **Zn 0.23-2.46**	**1064 тыс.т**	**130 тыс.т**	**610 тыс.т**			**300**	
Хопунвара то же	Sn 0.34		3618 тыс.т					
ЮЗ Люпикко олово-полиметалические скарны, апоскарновые флюоритовые грейзены	Sn 0.27 Be 0.11		2150 тыс.т					
Уксинское то же	Sn 0.27 Be 0.06		180 тыс.т	7500 тыс.т				
Питкярантское олово-полиметалические скарны	Sn 0.2 Zn 3.8			2500 тыс.т				
Бокситы Архангельская область Денисла́вское	μ_{Si} 2.95			17.54 млн.т				Запасы отнесены к забалансовым из-за неблагоприятных горно-технических и гидрогеологических условий.
Плесецкое	μ_{Si}			300.17 млн.т				

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		A+B+C_1	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Республика Коми **Пузлинское** **Северная залежь**	**μ_{Si} 2.39**	**46.47 млн.т**	**3.12 млн.т**					**Непригодны для переработки на глинозем из-за низкого значения кремневого модуля**
Тимшерское	**μ_{Si} 2.54**	**71.1 млн.т**	**23.37 млн.т**					
Ленинградская область Явосемское	μ_{Si} 3.27-4.11	1128 тыс.т						Допускают открытую разработку. Сняты с баланса в 1971 г в связи с неблагоприятными условиями разработки и мелкими размерами.
Мозолевское	μ_{Si} 2.77	504 тыс.т						
Старинское	μ_{Si} 3.23	147 тыс.т						
Деревское	μ_{Si} 2.98	132 тыс.т						
Вельгинское	μ_{Si} 3.55	1153 тыс.т						Разработка возможна только подземным способом. Сложные гидрогеологические условия (до 5-6 водоносных горизонтов в породах вскрыши). Сняты с баланса в 1971 г. Освоение в обозримом будущем нецелесообразно.
Могатинское	μ_{Si} 3.13	1066 тыс.т						
Малявинское 11	μ_{Si} 3.11	492 тыс.т						
Дубнягское	μ_{Si} 2.81	309 тыс.т						
Струнинское	μ_{Si} 2.52	225 тыс.т						
Фоминское	μ_{Si} 3.20	-	126 тыс.т					
Овинецкое	μ_{Si} 2.43	-	83 тыс.т					
Горское	μ_{Si} 3.05	589 тыс.т						
Куновское	μ_{Si} 3.59	139 тыс.т						
Труфановское	μ_{Si} 3.08	85 тыс.т						
Мягозерское	μ_{Si} 2.90	705 тыс.т	507 тыс.т					
Новгородская область Корчужинское	μ_{Si} 2.80	864 тыс.т						То же.
Каменское	μ_{Si} 2.69	-	1093 тыс.т					

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Клишинское	μ_{Si} 3.72		108 тыс.т					
Редкие металлы **Бериллий** Республика Карелия Уксинское хризоберилл-флюоритовые апоскарновые грейзены	BeO 0.10 CaF_2 12.26		2230 тыс.т					Руды весьма труднообогатимые
ЮЗ Люпикко то же	BeO 0.11 CaF_2 11.6		2150 тыс.т					
Цирконий Мурманская область Ангвундасчорр-Сенгисчорр эвдиалитовые руды	ZrO_2 2.55			23.2 млн.т				Допускает открытую отработку. Из-за низкого содержания ZrO_2 запасы отнесены к забалансовым.
Ванадий Мурманская область Цагинское титаномагнетитовые руды	V_2O_5 0.25	53.8 млн.т					180	Извлечение ванадия из титаномагнетита экономически неэффективно вследствие низких концентраций
Колвицкое то же	V_2O_5 0.45		98 млн.т		100 млн.т		200	
Республика Карелия **Пудожгорское** **титаномагнетитовые руды**	**V_2O_5 0.43**			**316.7 млн.т**			**300**	
Койкарское то же	V_2O_5 0.32			78.1 млн.т			300	

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		A+B+C_1	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Тантал Мурманская область **Ловозерское** **лопаритовые руды(горизонты 1-11 серий участков Аллуайв, Сенгисчорр, Куамдеспахк и др., горизонты 111-1У серий участка Умбозеро)**	**Ta_2O_5 0.0153** **Nb_2O_5 0.192**	**84.3 млн.т**		**234.9 млн.т**	**486.6 млн.т**			Разработка экономически неэффективна вследствие низких содержаний лопарита
Ревдинское лопаритовая россыпь	*кг/м^3* *Ta_2O_5 0.02* *Nb_2O_5 0.29*				160 млн.м^3			
Райяврское лопаритовая россыпь	*Ta_2O_5 0.012* *Nb_2O_5 0.18*				28 млн.м^3			
Ковдорское («Аномальная зона») гатчеттолитовая минерализация в комплексных рудах	Ta_2O_5 0.0118 Nb_2O_5 0/0722	20.4 млн.т						Сняты с баланса в 1979 г в связи с отсутствием потребителя концентрата.
Тухта-Вара то же в комплексных рудах и редкометальных карбонатитах	Ta_2O_5 0.0133 Nb_2O_5 0.050	38.4 млн.т	28.7 млн.т				850	
Ниобий Мурманская область Неске-Вара пирохлоровые карбонатиты	Nb_2O_5 0.221		95.6 млн.т		112.2 млн.т		300-500	
Салланлатвинское пирохлор-луешитовая минерализация в карбонатитах	Nb_2O_5 0.191		72 млн.т				300-500	

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансовые	P_1	P_2		
Редкоземельные металлы Мурманская область **Ловозерское** **лопаритовые руды (горизонты 1-11серий на участ кахАллуайв,Сенгисчорр,Куамдес-пахк и др., горизонты 111-1У серий на участке Умбозеро)**	**REO 0.95**	**84.3 млн.т**	**234. 9 млн.т**	**486.6 млн.т**				
Стронций *Мурманская область* **Ловозерское** **лопаритовые руды**	**SrO 0.08**	**101.8 млн.т**	**201. 2 млн.т**	**431.5 млн.т**				**При переработке лопаритового концентрата не извлекается, складируется в отвалах Соликамского МЗ**
Золото Республика Карелия Таловейс	Au 5.0-11.6 г/т		0.01 6 т		45 т			
Рыбозерское	Au 2-3.9 г/т		3.28 т			5 т		
Педролампи	Au 5.91 г/т		0.93 т		25 т			

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания,%	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Неметаллы **Апатиты** Мурманская область **Ловозерское** **апатит-лопаритовые руды гори-зонта 11-7 (участки Аллуайв, Карнасурт, Сенгисчорр)**	**P_2O_5 3.6**			**39.1 млн.т**				
Ковдорское апатит-карбонатные руды	P_2O_5 4.55	91.9 млн.т	194.9 млн.т	629.6 млн.т				
Себльяврское апатит-силикатные руды (Центральная зона)	P_2O_5 4.04	2064 млн.т						
Гремяха-Вырмес апатит-титаномагнетит-ильменитовые руды	P_2O_5 3.37	92.0 млн.т	74.3 млн.т					
Фосфориты Ленинградская область Котловское	P_2O_5 2.0-7.5		87.9 млн.т					В перспективе - возможный резерв для АО «Фосфорит».
Глядинское	P_2O_5 5.5		42.2 млн.т					
Красносельское	P_2O_5 7.3	99.0 млн.т						В зеленых зонах
Дудергофское	P_2O_5 7.7		184.0 млн.т					г. С-Петербурга и других населенных пунктах
Федоровское	P_2O_5 4.05		27.7 млн.т					
Поповка	P_2O_5 4.7	31.3 млн.т						Не представляют промышленного интереса ввиду низкого содержания полезного компонента.
Ульяновское	P_2O_5 3.8-5.0		48.9 млн.т					
Чаплинское	P_2O_5 3.0-5.0		143.0 млн.т					
Волхов-Сясь	P_2O_5 4.2		47.0 млн.т					

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		

Барит Мурманская область Салланлатвинское барит-сидеритовые и анкерит-баритовые руды	барит 11.8		146.7 млн.т		97.8 млн.т		500	То же
Мусковит листовой Мурманская область **Енское**	**Заб.сырец 19-195.6 кг/м^3**	**13.1 тыс.т**	**12.3 тыс.т**	**4.6 тыс.т**				**Разработка месторождений прекращена в связи с резким падением спроса на листовой мусковит как следствия широкого развития микроэлектроники и неконкурентоспособности в этих условиях изделий из листового мусковита**
Риколатвинское	**То же 23.7 кг/м^3**	**8.4 тыс.т**	**24.8 тыс.т**	**4.8 тыс.т**				
Неблагорское	**То же 90.6 кг/м^3**	**4.5 тыс.т**	**11.0 тыс.т**	**0.2 тыс.т**				
Прочие (17 объектов)		**12.5 тыс.т**	**5.0 тыс.т**	**6.9 тыс.т**				
Республика Карелия **Плотина**	**Заб.сырец 6.6-71.8 кг/м^3**	**5.4 тыс.т**	**24.5 тыс.т**	**2.6 тыс.т**				
Слюдозеро	**18.5-133.2 кг/м^3**	**-**	**6.1 тыс.т**	**-**				
Малиновая Варака	**6.5-75 кг/м^3**	**7.6 тыс.т**	**14.5 тыс.т**	**0.9 тыс.т**				
Станционное	**14.1-7.8 кг/м^3**	**1.9 тыс.т**	**1.0 тыс.т**	**0.4 тыс.т**				
Карельское	**11.9-147 кг/м^3**	**0.6 тыс.т**	**0.7 тыс.т**	**0.6 тыс.т**				
Тэдино	**11.8-317.7 кг/м^3**	**6.6 тыс.т**	**4.8 тыс.т**	**0.2 тыс.т**				
Слюдяной Бор	**0.8-30.5 кг/м^3**	**7.2 тыс.т**	**2.9 тыс.т**	**5.6 тыс.т**				
Прочие (20 объектов)		**4.4 тыс.т**	**8.7 тыс.т**	**-**				

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Мусковит мелкоразмерный Мурманская область **Риколатвинское**	**29.2 кг/м^3**	**1.1 тыс.т**	**53.8 тыс.т**	**1.5 тыс.т**	86.7 тыс.т			
Неблагорское		**6.4 тыс.т**	**11.2 тыс.т**	**-**				
Прочие		**6.1 тыс.т**	**18.7 тыс.т**	**-**				
Республика Карелия **Плотина**	**8.3-254.9 кг/м^3**	**-**	**36.5 тыс.т**	**6.2 тыс.т**	**49.6 тыс.т**			
Малиновая Варака	**13.6-132.6 кг/м^3**	**-**	**50.6 тыс.т**	**2.5 тыс.т**	**32.0 тыс.т**			
Станционное	**55.3-196.6 кг/м^3**	**-**	**6.0 тыс.т**	**-**				
Тэдино	**31.4-191 кг/м^3**	**-**	**20.8 тыс.т**	**0.4 тыс.т**	**27.6 тыс.т**			
Карельское	**59.6-269.4 кг/м^3**	**-**	**1.4 тыс.т**	**-**				
Слюдозеро	**77-330 кг/м^3**	**-**	**37.9**	**-**				
Тальковый камень Республика Карелия **Турган-Койван-Аллуста**	**тальк 40-75**	**6470 тыс.т**	**1433 тыс.т**					
Калливо-Муреннен-ваара	тальк	6354 тыс.т		6313 тыс.т				

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Кианит Мурманская область **Безымянное** **кианитовые сланцы**	**кианит 26.95**	**127.1 млн.т**	**22.1 млн.т**					**Вследствие высокого содержания SiO_2 (кремневый модуль менее 2.0) эффек-тивные технологии переработки на глинозем не разработаны; может быть использован для получения кремне-алюминиевых сплавов (типа силумина), производства**
Тяпыш-Манюк **то же**	**кианит 32.07**	**130.5 млн.т**	**51.8 млн.т**					
Воргельурта **то же**	**кианит 37.93**		**99.7 млн.т**					
Тавурта **то же**	**кианит 30.17**	**18.4 млн.т**						**огнеупорных и кислотоупорных материалов**
Вост.Червурта **то же**	**кианит 32.4**		**6.8 млн.т**					**Все месторождения Кейвской группы расположены в крайне неблагоприятных географо-экономических условиях – в совершенно неосвоенном районе в 150 км от железной дороги.**
Зап.Кыркурта **то же**	**кианит 32.4**		**18.0 млн.т**					
Кыркурта **то же**	**кианит 35.0**		**4.5 млн.т**					
Лыстурта **то же**	**кианит 32.4**		**225 млн.т**					

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Червурта **то же**	**кианит 34.04**	**129.8 млн.т**	**94.8 млн.т**					
Шуурурта **то же**	**кианит 37.4**		**440.6 млн.т**					
Новая Шуурурта **то же**	**кианит 42.44**	**58.6 млн.т**	**234.3 млн.т**					
Прочие месторождения (12) **то же**	**кианит 44-46**		**170 млн.т**	**132.8 млн.т**				
Огнеупорные глины Ленинградская область **Синенковское**		**2.2 млн.т**		**0.2 млн.т**				
Повышевское		2.2 млн.т			0.4 млн.т			
Большедворское		1.3 млн.т	1.86 млн.т					
Батьковское		3.4 млн.т						
Селищенский Бор		0.4 млн.т						
Республика Коми Нючпасское								
Вторичные каолины Новгородская область **Шереховичское**		**0.9 млн.т**						
Окуловское		**6.0 млн.т**	**1.8 млн.т**	**2.6 млн.т**				
Хоромы		**13.3 млн.т**						
Витцы		**16.8 млн.т**						

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Глины тугоплавкие Новгородская область **Южно-Овсянковское**		**2.4 млн.т**						
Гипс Республика Коми **Ижемское**	**Гипс 80-90%**	**15.1 млн.т**	**131.7 млн.т**					
Седьюсское-2	Гипс 90.4%	2.1 млн.т						
Архангельская область **Звозское**	**Гипс 94.2%**	**29.9 млн.т**		**1.1 млн.т**				
Псковская область Хиловское	Гипс 72-83%	5.6 млн.т			61.6 млн.т			
Полонское	Гипс 72-87%	7.7 млн.т						
Пески стекольные Мурманская область **Гольцовское**	**SiO_2 89-92%**	**2.1 млн.т**						
Республика Коми Благоево			10.6 млн.т		16.5 млн.т			
Слудское		4.85 млн.т	4.94 млн.т					
Ленинградская область **Липский Мост**		**7.4 млн.т**						**Недоизучено качество, значительная удаленность**

Вид сырья Субъект РФ Месторождение Тип руды	Полезные компоненты, средние содержания, %	Запасы руды			Прогнозные ресурсы		Глубина оценки (подсчета), метров	Примечания
		$A+B+C_1$	C_2	Забалансо-вые	P_1	P_2		
Псковская область **Псковское (Абижское)**		**1.0 млн.т**						
Пески формовочные Вологодская область **Кленовское**		**0.8 млн.т**						
Мокридинское		2.3 млн.т						Низкое качество, отсутствие потребителей, удаленность
Патровское		0.9 млн.т						
Ленинградская область **Туровско-Печорское**		**8.3 млн.т**						
Зачеренье		**24.1 млн.т**						

Неактивные запасы элементов-примесей

(выделены запасы, учитываемые Государственным балансом РФ)

Компонент, месторождение, тип руды, минерал-концентратор	Средн. содерж. %	Балансовые запасы		Забалансовые запасы	Примечание
		$B+C_1$	C_2		
Фтор **Мурманская область** АО «Севредмет» *Резервные* **Ловозерское, горизонты 11-7, 1У-1** **апатит-лопаритовые уртиты** **апатит**	**0.25 F**			**98 тыс.т F**	**Апатит при добыче лопарита не извлекается и не перерабатывается.**
Тантал Республика Коми **Ярегское** **лейкоксеновые песчаники**	**0.0006 Ta_2O_5**	**3.6 тыс.т Ta_2O_5**	**12.4 тыс.т Ta_2O_5**		**Технология извлечения не разработана. При переработке лейкоксенового концентрата производство не планируется**
Редкоземельные металлы Республика Коми **Ярегское** **лейкоксеновые песчаники**	**0.04 REO**	**219.4 тыс.т REO**	**811.7 тыс.т REO**		**То же**
Рубидий Мурманская область **АО «Севредмет»** *Резервные* **Вороньетундровское** **комплексные редкометальные пегматиты**	**0.85 Rb_2O**	**2780 т Rb_2O**			

Компонент, месторождение, тип руды, минерал-концентратор	Средн. содерж. %	Балансовые запасы		Забалансовые запасы	Примечание
		$B+C_1$	C_2		
Цезий Мурманская область АО «Севредмет» *Резервные* **Вороньетундровское** **комплексные редкометальные пегматиты** **в том числе поллуцитовые руды**	**0.51 Cs_2O** **1.68 Cs_2O**	**2985 т Cs_2O** **2024 т Cs_2O**		**200 т Cs_2O**	
АО «Апатит» *Разрабатываемые и резервные* **Месторождения хибинской группы апатит-нефелиновые руды**	**0.000086 Cs_2O**	**2817 т Cs_2O**	**274.8 т Cs_2O**		

3.3. Описание важнейших месторождений западной части Фенноскандии.

3.3.1. Финляндия.

Большая часть территории Финляндии сложена докембрийскими породамТолько на северо-западе страны имеется небольшая площадь развития кембро-силурийских пород. Докембрий Финляндии состоит преимущественно из двух структурных единиц – досвекокарелького комплекса фундамента и Свекокарельского пояса. Большинство промышленных рудных месторождений Финляндии ассоциируется со свекокарельскими метаосадками и плутоническими породами. Исключение составляет месторождение молибдена в Мятясваре и небольшие проявления пирротина в более древних породах Карелии и Лапландии. Крупное железорудное месторождение Костомукша в России также расположено в досвекокарельском фундаменте. Сульфиды железа, особенно пирротин, обычны в гранулитах, другие же сульфиды присутствуют редко.

Более 90% отработанных сульфидных руд и подсчитанных запасов сосредоточено на месторождениях, расположенных в поясе шириной от 40 до 150 км, протягивающемся на 400 км с северо-запада на юго-восток, от Ладожского озера до Шеллефте в Швеции. Эта зона, называемая Кахмой, Главным сульфидным рудным поясом включает Северо-Карельский медный район, Рудный пояс Виханти-Пюхасалми и никелевый пояс Коталахти.

Черные металлы

Все железорудные месторождения Финляндии можно разделить на ильменит-магнетитовые и магнетитовые месторождения. Наиболее известное ильменит-магнетитовое месторождение Финляндии – Отанмяки (Otanmäki). Месторождение расположено южнее озера Олулунъярви, в 120 км юго-восточнее г. Оулу. Оно было открыто в 1938 г. Добыча руды и производство магнетитового и ильменитового концентратов были начаты в 1953 г; разработка велась подземным способом, и глубина шахты достигла 660 м. К середине 1980-ых годов месторождение было отработано.

Месторождение приурочено к массиву габбро (2050 млн. лет), вытянутому в широтном направлении на 2 км при ширине до 500 м и образующему в восточной части полукруг. На глубину он прослежен более чем на 800 м. Габбро метаморфизовано и превращено в ортоамфиболиты и роговообманковые сланцы. Рудная зона месторождения залегает на границе габбро и амфиболитов и включает сотни линз магнетита различного размера – до 200х5-50 м. Падение зоны вертикально или крутое к северу. Среднее погружение рудных тел западное под углом 50^0. На месторождении выделено несколько типов руд: вкрапленные – бедные, в которых количество

магнетита и ильменита не более 20%; полосчатые – наиболее типичные для месторождения - и массивные, имеющие грубо- и тонкозернистую сахаровидную структуру. Руда в среднем состоит из магнетита (38-40%), ильменита (27-31%), пирита (1-2%) и жильных минералов – хлорита, роговой обманки и плагиоклаза. В качестве примеси присутствуют также пирит, пирротин, пентландит, халькопирит, сфалерит. Магнетит в среднем содержит 0.62% ванадия и не более 4% TiO_2; ильменит, как правило, образует самостоятельные зерна, легко отделяющиеся механическими методами обогащения. Начальные разведанные запасы насчитывали 35 млн. т руды с отношением Fe/TiO_2 около 3. С 1953 по 1974 гг. компанией Rautaruukki Oy было получено 15 426 000 т руды, содержащей в среднем 33% Fe, 13% TiO_2, 0.26% V, 0.6% S. Магнетитовый концентрат содержал в среднем 0.85% V_2O_5 и не более 4% TiO_2. С 1956 года на месторождении работал завод по извлечению ванадия из железных окатышей. Последние нагревались с содой до восстановления до гематита, при этом ванадий переходил в водорастворимое соединение и выщелачивался горячей водой. Конечным продуктом являлся технический V_2O_5, годовой выпуск его составлял 1.2-1.4 тыс. т. Пентоксид ванадия в стоимостном выражении был наиболее ценным продуктом, извлекаемым из руд месторождения Отонмяки; он полностью экспортировался в СССР и страны Европы.

Скарновое магнетитовое месторождение Раутувара расположено в западной Лапландии вблизи границы со Швецией в районе Колари. Отработка месторождения началась в 1975 г., хотя рудные тела известны с XVII века.

Вмещающими породами являются доломиты, тремолит-хлоритовые породы, серпентиниты. Рудные тела линейно-вытянутой формы погружаются на юго-запад под углом 70^0. Главный рудный минерал - магнетит. Количество сульфидов (главным образом пирротита) составляет 2-5%. Некоторые скарновые руды содержат халькопирит (0.2-0.4%). Жильные минералы: диопсид, амфибол, плагиоклаз, оливин. По предварительной оценке, запасы руды составили 18 млн. т, однако бурение в 1974-1975 гг. показало, что они намного больше. Содержание железа в руде составляет 37%. Руды месторождения являются более высокосортными, чем руды любого другого скарнового месторождения железа в районе Колари.

Хромиты

Единственным месторождением хрома в Финляндии является Кеми (Kemi). Месторождение Кеми находится в северной Финляндии, у верхнего окончания Ботнического залива, в 10 км северо-восточнее г. Кеми. Хромитовые руды были

обнаружены при прокладке канала в 1959 г. В 1960 г. Геологическая служба Финляндии передала концессию на месторождение компании Outokumpu Oy, которая продолжила изучение объекта и в 1969 г. приступила к добыче руды в объеме 350 тыс. т в год.

Хромитовое месторождение связано с расслоенным интрузивом, внедрившимся между свекокарельскими сланцами и комплексом фундамента и прослеженным приблизительно на 15 км в северо-восточном направлении от Кеми при максимальной ширине 1 900 м. Верхняя часть разреза сложена амфиболитизированными и соссюритизированными габбро с анортозитовыми и пироксенитовыми прослоями. В средней части комплекс состоит из неизмененных норитов, а базальные части интрузива представлены измененными пироксенитами, перидотитами и хромитовыхми рудами. Интрузия падает под углом 70^0 на северо-запад, согласно с падением сланцев. Богатый хромитом выдержанный слой залегает в 50-200 м выше подошвы. В результате автометасоматоза перидотиты, примыкающие к рудам, превращены в серпентиниты и тальк-карбонатные породы.

На месторождении выявлено восемь рудных тел, имеющих выходы на поверхность. Крупнейшее рудное тело месторождения находится на северо-восточном окончании озера Элиярви и имеет длину 670 м и максимальную ширину 95 м. Висячий бок рудного тела Элиярви имееет слоистую текстуру. Нижняя часть и западный конец тела интенсивно брекчированы, а лежачий бок преимущественно сложен тальк-карбонатной породой с заключенными в ней телами хромита. Рудное тело разведано буровыми скважинами до глубины 300 м, одна скважина пересекла его на глубине 450 м. Рудные тела Виираната и Виианлахти, расположенные северо-западнее рудного тела Элиярви, прослежены до глубины около 300 м, а рудное тело Виианимаа пересечено буровой скважиной на глубине 250 м. Другие рудные тела также прослежены до 200 м от поверхности. На месторождении имеется два типа руд - мягкие с тремолитовой или тальк-карбонатной основой и твердые - с серпентинитовой. Единственным промышленным рудным минералом является хромит, который присутствует в виде идиоморфных кристаллов. Другие рудные минералы представлены ильменитом, магнетитом, гематитом, рутилом, акцессорные - пиритом, халькопиритом и миллеритом.

Запасы руды на месторождении, подсчитанные в 1964 г., составляют 33 млн. т с содержанием 26% Cr_2O_3. По оценкам 1986 г. запасы для открытой разработки составляют 111 млн. т, общие ресурсы руды в расслоенной интрузии Кеми – 150 млн. т с содержанием Cr_2O_3 26%. В последние годы производительность рудника по руде

составляла 1.0 – 1.3 млн. т, в 2001 г. было добыто 1.18 млн. т. Поскольку руды принадлежат к низкохромистым, основной продукцией являются хромитовый концентрат, а также особенно ценная для производства феррохрома крупнокусковая руда. В 1990-ых гг. выпускался и литейный хромитовый песок – около 8 тыс. т в год с качеством 47% Cr_2O_3, 1.5% SiO_2, 14% Al_2O_3, однако с начала 1998 г. компания отказалась от его производства в связи с ограниченностью местного рынка и конкуренцией со стороны южноафриканских производителей. Годовой объем продукции концентрата в 2000-2001 гг. составил 575-628 тыс. т, феррохрома – 250-280 тыс. т

Цветные металлы

Никель

Проявления никеля в Финляндии приурочены к основным и ультраосновным интрузиям архейского возраста (> 2.8 млрд. лет), предкарельским расслоенным мафитовым комплексам (2.45 млрд. лет), карельским ультрамафитам (2.1 млрд. лет) и свекокарельским основным и ультраосновным интрузиям (1.9-1.86 млрд. лет). Последняя группа - наиболее значимая, и все из разрабатываемых месторождений входят в эту группу.

Расслоенные интрузии предкарельского комплекса Коителаинен, Торнио, Пеникат, Суханко и Коилисмаа, сосредоточенные в северной Финляндии, кроме медно-никелевой минерализации, содержат повышенные концентрации платиноидов и золота. В настоящее время на никель они не отрабатываются, но интересны как возможные источники для промышленной добычи элементов платиновой группы.

Никелевые месторождения, связанные с карельскими ультрамафитами – 2.1 млрд. лет, связаны с Карельским сланцевым поясом и относятся к типу Оутокумпу. Известное месторождени этого типа – медно-никелевое месторождение Вуонос, описано в разделе "Медь".

К четвертой группе месторождений, связанных со свекокарельскими основными и ультраосновными интрузивами, относятся месторождения Ораваинен (Oravainen), Хитура (Hitura), Макола (Makola), Коталахти (Kotalahti), Лаукункангас (Laukunkangas) и Парикала (Parikala).

Разрабатываемые месторождения никеля в Финляндии приурочены к двум никелевым поясам – Коталахти и Ахлайнен-Кюльмякоски.

Большая часть месторождений сульфидных медно-никелевых руд приурочена к никелевому поясу Коталахти, который представляет собой сравнительно узкую зону шириной 10-20 км и длиной более 430 км, протягивающуюся в юго-юго-западном

направлении от границы с Россией на востоке до Ботнического залива на западе. С этим поясом связано множество месторождений и проявлений никеля, залегающих в мафических и ультрамафических интрузиях. Наиболее значимыми из них являются: Макола, Хитура, Коталахти, Лаукункангас. Из них только три - Коталахти, Хитура и Макола – разрабатывались; остальные слишком малы, чтобы представлять экономический интерес.

Месторождение Хитура расположено в 90 км восточнее г. Коккола и в 130 км южнее г. Оулу. Месторождение было открыто в 1961г., а рудник начал функционировать с 1970 г. Отработка месторождения проводилась с 1970 по 1994 г. открытым способом до глубины 170 м. Одновременно с 1988 г. началась подземная отработка, и с 1990 г. основная часть руды добывалась именно подземным способом. К концу 2000 г. общая добыча составила 11 млн. т руды. Отработку месторождения планируется закончить к 2005 г. Стартовая производительность предприятия по руде составляла 200 тыс. т, к 1980-ым гг. она возросла до 450 тыс. т и к началу XXI в. – 520 тыс. т руды, из которой производится около 30 тыс. т никелевого концентрата.

Ультрамафитовый комплекс Хитура, с которым связано месторождение, состоит из трех отдельных сближенных в пространстве серпентинитовых массивов, залегающих в мигматизированных слюдяных гнейсах. Размеры комплекса 0.3x1.3 км, по данным бурения ультрамафиты распространяются на глубину более 550 м. Ядра массивов представлены серпентинитами, а контактовые зоны сложены метаперидотитами и амфиболитами.

Сульфидная медно-никелевая минерализация представлена тонкозернистой рассеянной вкрапленностью в серпентинитах (0.15-0.25% Ni), гнездово-вкрапленными рудами с 0.4-0.55% Ni, слагающими сравнительно крупную залежь в северной части комплекса и представляющими главный объект добычи, и прожилково-вкрапленными с участками массивных руд (0.4-1.5% Ni), тяготеющих к контактовым зонам.

Главные рудные минералы представлены пентландитом, пирротином, халькопиритом, но на некоторых участках рудного тела развиты также маккинавит, кубанит и валлериит. Пирит встречается совместно с карбонатами. Соотношение пентландита и пирротина в сульфидной фазе меняется в пользу последнего с ростом концентрации сульфидов. Это учитывается при отработке месторождения, что положительно сказывается на себестоимости продукции.

Начальные запасы месторождения составляли около 20 млн. т руды со средними содержаниями 0.84% Ni и 0.38% Cu (172 тыс. т Ni, 56 тыс. т Cu).

Ныне отработанное месторождение Коталахти находится в 40 км южнее г. Куопио. Эксплуатация его началась подземным способом в 1955г. с начальной производительностью рудника 300 тыс. т руды. К 1980-ым гг. она выросла до 450-500 тыс. т руды в год, глубина очистных работ достигла 680 м. За годы разработки месторождения с 1955 по 1984 гг. общая добыча руды составила около 9 млн. т руды, в среднем содержащей 0.70% никеля и 0.27% меди.

Месторождение связано с ультрамафитовым интрузивом, имеющим форму субвертикальной плиты. Состав слагающих его пород меняется от дунитов до габбро и диоритов; преобладающим развитием пользуются пироксениты, перидотиты и габбро; им подчинены горнблендиты. Вмещающие породы представлены мигматитами, залегающими на досвекокарельском гранито-гнейсовом фундаменте.

Рудные тела имеют трубо- или линзообразную форму с преобладанием протяженности по падению – от 400x530 до 100x700 м - при мощности от десятков сантиметров до 30-40 м и залегают внутри массива, реже во вмещающих породах (рудное тело Юсси). На месторождении имеются вкрапленные (преобладающие количественно) и брекчиевые руды. Последние развиваются обычно в зонах нарушенных контактов с боковыми породами, образуя тела неправильной формы. В тектонических трещинах встречаются мелкие жилы сплошных сульфидных руд. Преобладающим сульфидом является пирротин. Пентландит окаймляет зерна пирротина или образует порфиробласты диаметром до 2 см. Халькопирит присутствует с другими сульфидами или в виде скоплений на контактах с вмещающими породами. В рудном теле Юсси присутствует магнетит, а также миллерит, борнит и халькопирит; в других рудных телах магнетит редок, его место занимает ильменит. Руды в среднем содержат 0.2% Cr, 0.005 г/т Pt и менее чем 0.005 г/т Pd и Rh. Начальные запасы месторождения Каталахти оценивались в 22 млн. т руды, содержащей 150 тыс. т Ni и 60 тыс. т Cu.

В настоящее время проводятся работы по оценке аналогичного месторождению Коталахти месторождения Ритки, расположенного к юго-востоку от бывшего рудника Коталахти. Предварительная оценка показала, что месторождение крупное, средние содержания составляют Ni 0.95%, Cu 0.27%, Co 0.038%.

Месторождение Ваммала (Сторми) (Vammala, Stormi) приурочено к другому никелевому поясу Финляндии – Ахлайнен - Кюльмякоски. Этот никелевый пояс длиной 150 км и шириной 20 км протягивается в восток-юго-восточном направлении от архипелага Ахлайнен. Главные породы пояса – свекофенские мигматиты, супракрустальные и метаморфические породы, а также тела кварцевых диоритов,

гранодиоритов и ультрамафитовые массивы. Последние включают мелкие интрузии перидотитов и пироксенитов, с которыми связана медно-никелевая минерализация. Месторождение Ваммала приурочено к ультрамафитовому телу протяженностью 1.5 км и шириной 600 м, распространяющемуся до глубины около 300 м. Оно состоит из трех крупных ультрамафитовых слоев, нижний из которых представлен перидотитами и дунитами, средний – горнблендитами, а верхний – сильно серпентинизированными перидотитами и серпентинитами. В приподошвенной части нижнего слоя и выше по его разрезу локализуется сингенетическая сульфидная минерализация.

Рудные тела месторождения Ваммала залегают в нижнем ультрамафитовом слое, в основном вдоль его восточного и северного флангов. Наиболее крупное из них представлено серией субгоризонтальных рудных пластов или линз мощностью от 5 до 30 м в приподошвенной части массива на глубине 250-350 м. Запасы руды в нем составляют 10 млн. т. Другие рудные тела имеют плитообразную форму и приурочены к наклонным или субвертикальным боковым стенкам массива и его апофизам. Рудное тело Коверо-оя связано с небольшим отдельно расположенным телом перидотитов. Общие запасы никеля на месторождении составляют 80 тыс. т, меди – 60 тыс. т при средних содержаниях 0.60% Ni и 0.41% Cu. Освоение месторождения началось с опытно-промышленной разработки в 1975-77 гг. бедных руд участка Коверо-ойа, когда комбинированным способом было добыто 460 тыс. т руды с 0.4% Ni и 0.3% Cu.

С 1978 г. компания Outokumpu Oy начала полномасштабную добычу с производительностью рудника 300-350 тыс. т руды. Сообщалось, что в 1981 г. на ОФ поступала руда с 1.0% Ni, 0.6% Cu.

Месторождение Кюльмякоски (Kylmäkoski) находится в 40 км южнее Тампере. Ультрамафитовый массив Кюльмякоски, залегающий в слюдистых гнейсах, имеет длину 300 м, ширину 100 м, прослежен до глубины 100 м. Преобладающим развитием пользуются серпентинизированные перидотиты. Сульфидная минерализация локализована в средней части массива и в его основании. Длина минерализованной зоны 120 м, ширина 75 м, мощность 20-70 м. Руды вкрапленные, местами переходящие в прожилковые или массивные, наблюдаются также обособленные жилы массивных руд мощностью до 20 см, проникающие и в боковые породы. Главные рудные минералы: пирротин, халькопирит, пентландит, кубанит. Наиболее важные из редких минералов: никкелин, маухерит, кобальтин. Месторождение начало разрабатываться карьером в 1971 г., с конца 1973 г. велась доработка подземными выработками. Общее количество руды, добытой на месторождении в 1971-1974 гг., составило 690 тыс. т, из нее получено 1830 т никеля и 580 т меди.

Медь

Крупнейшие, ныне отработанные медные месторождения страны – Оутокумпу (Outokumpu), Вуонас (Vuonos), Луйконлахти (Luikonlahti), Хаммаслахти (Hammaslshti), а также полиметаллические с медью месторождения Виханти (Vihanti) (отработано) и Пюхасалми (Pyhäsalmi) (разрабатывается) контролируются Главным сульфидным рудным поясом Финляндии.

Медный рудник Оутокумпу, расположенный в 27 км западнее г. Йоэнсу, является старейшим и наиболее значительным рудником в восточной Финляндии и длительное время играл первостепенную роль в горнодобывающей и металлургической промышленности страны. Месторождение Оутокумпу было открыто в 1910 г. и начало разрабатываться в 1913 г., однако значительные горно-добычные работы на нем не велись до 1932 г., когда было завершено строительство шахты Оутокумпу и новой обогатительной фабрики. Две другие шахты были введены в эксплуатацию в 1939 и 1954 гг., последняя вместе с еще одной обогатительной фабрикой. К 1974 г. общая добыча руды превысила 22.5 млн. т при средних содержаниях меди 3.22-3.89%, годовая продукция рудника составляла 400-450 тыс. т руды, из которой производились медный, цинковый концентраты и концентрат Со-носного пирита. Эксплуатация месторождения завершилась в 1988 г. в связи с истощением запасов.

Месторождение Оутокумпу имеет стратиформный характер и локализовано в толще серпентинитов, доломитов, скарнов и кварцевых пород, известной под названием комплекса Оутокумпу. Толща имеет северо-восточное простирание и падает на юго-восток. Рудные тела следуют складчатости сланцевой зоны в целом, а расстояние между рудой и залегающими ниже слюдистыми гнейсами остается почти постоянным – 200 – 400 м. Рудомещающей породой обычно являются кварциты, но в висячем боку присутствуют также серпентиниты, доломиты, скарны. Протяженность, разделенного на две части надвигом, рудного тела 4 км, ширина 200-400 м. Западная часть его называется Лиетукка, северо-восточная - Кумпу. В свою очередь, сброс северо-западного направления вблизи северо-восточного края месторождения, делит рудное тело Кумпу на две части, нижняя, сброшенная на 100 м относительно основного тела часть которого называется Касила. Северо-западный конец рудного тела выходит на поверхность, залегание его субгоризонтальное, и мощность колеблется от нескольких метров до 40 м (средняя около 10 м). Текстура руд массивная и полосчатая. Полосчатые руды преобладают в центре и лежачем боку рудного тела. Основной рудный минерал этого типа руд – пирит. Полосчатость руд обусловлена чередованием

полос сульфидов и кварца, реже скарновых минералов. Массивные руды, с доминирующим среди рудных минералов пирротином, располагаются в нижнем краю рудного тела и вблизи контакта его лежачего бока и на участках выклинивания руды на глубине. Руда состоит из пирротина (23.2%), пирита (21%), халькопирита (11.0 %), сфалерита (1.7%). На месторождении установлено еще 34 рудных минерала. Практически единственный жильный минерал – кварц. Начальные запасы руды на месторождении составляли 28.5 млн. т со средними содержаниями 3.8% Cu, 1.07% Zn, 0.24% Co, 0.8 г/т Au, 8.9г/т Ag, 0.12% Ni, 28.11% Fe, 25.3% S. Максимальные содержания олова достигают 0.15%, хром содержится в количестве 0.01%, свинец – 0.005%, содержание селена в среднем 25-50 г/т, V_2O_5 – 0.005%.

Месторождение Вуонос находится в четырех километрах северо-восточнее месторождения Оутокумпу. На руднике Вуонос существует два раздельных производственных цикла: один связан с никелевой рудой, другой – с медной. Разработка никелевой руды началась в 1972 г., и за 10 лет работы рудника было добыто 5 млн. т никелевой руды открытым способом и 0.5 млн. т – подземным со средними содержаниями 0.2% Ni, 0.04% Cu, 0.03% Co; выработано 188 тыс. т никелевого концентрата. Медная руда добывалась только подземным способом, извлечение меди началось в 1973 г., и общая добыча к 1981 г. составила 4.1 млн. т руды (2.18% Cu, 1.38% Zn, 0.13% Co, 0.12% Ni). Разработка месторождения продолжалась до 1981 года.

По геологическому положению и форме рудного тела собственно медное месторождение Вуонос сходно с месторождением Оутокумпу, но по размерам примерно в четыре раза меньше последнего. Субгоризонтальное рудное тело имеет длину 3500 м, ширину 50-200 м и среднюю мощность 5-6 м. Рудное тело на поверхность не выходит; юго-западное окончание тела выклинивается на глубине около 60 м, а северо-восточное – на глубине около 200 м. Никелевая руда месторождения приурочена к висячему боку медного рудного тела Вуонос. Содержание полезных компонентов рудного тела следующее: Ni 0.20%, Cu 0.04%, Co 0.02%, S 2-3%, Au 0.8г/т, Ag 3 г/т, Se 30 г/т. Самые богатые сульфидные участки приурочены к кварцевым и скарновым породам, где содержание никеля колеблется от 0.2 до 0.4%. В серпентинитах содержание никеля составляет 0.16-0.21%, в доломитах - самое низкое - не более 0.15%. Наиболее богатые участки никелевой минерализации обнаруживают брекчиевую текстуру. Главные сульфиды в никелевой минерализации – пирит, пентландит. К редким минералам относятся маккинавит, кубанит, молибденит, сфалерит, герсдорфит-кобальтин, цинкевит, хромит, эскодаит, магнетит, уранинит, графит и урансодержащий углерод. Главный жильный минерал – кварц,

второстепенные – диопсид, тремолит. Хлорит, биотит, фуксит и тальк приурочены к трещинам в богатой никелем брекчии.

Начальные запасы медной руды на месторождении составляли 5.89 млн. т с содержанием полезных компонентов: 2.45% Cu, 1.6% Zn, 17.5% S, 0.15% Co, Ni 0.13%, Au 0.1г/т, Ag 11г/т, Fe 24.8%; никелевой руды - 1 млн. т со средними содержаниями: 0.07% Cu, 0.1% Zn, 3.9% S, 0.16% Co, Ni 0.47%, Au 0.5 г/т, Fe 6.3%.

Месторождение Луйконлахти расположено в коммуне Кави, в 27 км от Оутокумпу. Месторождение открыто в 1944 г., но рудник был построен лишь в 1965 году. Отработка началась карьером, но уже с 1971 г. сменилась подземной. Производительность обогатительной фабрики по руде 600 тыс. т. К 1983 г. месторождение было отработано.

Геологическое строение и характер оруденения аналогичны месторождениям Оутокумпу и Вуонос. Запасы руды составляли 7.5 млн. т с содержаниями полезных компонентов: Cu 0.99%, Zn 0.5%, Ni 0.1%, S 16.5%, Co 0.11%, Fe 25%.

Месторождение Хаммаслахти (рис.11) находится в коммуне Пюхяселькн в Северо-Карельском рудном районе, в 5 км восток-северо-восточнее Пухаселка, в 20 км юго-восточнее Йоэнесу. Рудник являлся самым молодым и самым маленьким в этом районе, он действовал с 1973 по 1986 гг. с проектной производительностью по руде 400 тыс. т Месторождение Хаммаслахти заметно отличается по геологическому положению и минеральному парагенезису от руд Оутокумпу, Вуоноса и Луйконлахти. Оно связано с 15-километровой зоной загрязненных аркозов и граувакк, заключенных в филлитах карельской группы. Месторождение находится на краю антиклинали, и рудные тела образуют эшелонированную складку, погружающуюся к югу. Рудная зона прослежена на расстояние 1500 м и вмещает четыре рудных тела. Рудные тела падают параллельно падению сланцеватости ($45\text{-}80^0$ на запад), погружение их параллельно оси складок ($25\text{-}30^0$ на юг). На севере месторождения руды выходят на поверхность, на юге - погружаются на глубину 600 м. Руда имеет брекчиевую текстуру, в которой сульфиды образуют жилы и штокверки в граувакках и аркозитах. Главные рудные минералы – халькопирит и пирротин. В верхних частях рудных тел относительно много сфалерита и пирита. Возраст месторождения оценен приблизительно в пределах 2 257-2 179 млн. лет. Начальные запасы месторождения составляли 7 млн. т руды со средним содержанием 1.16% меди (81.2 тыс. т металла).

Свинец, цинк, медь

Медно-цинковые месторождения в Финляндии известны на юге страны, недалеко от берега Финского залива, в рудном поясе Ориярви-Айяла. Это месторождения Ориярви (Orijärvi), Айяла (Aijala), Метсямонту (Metsämonttu). Район Ориярви является исторически наиболее известным рудным районом Финляндии. В районе добывались железные, а на месторождении Ориярви и медные руды. Собственно район Ориярви-Айяла представляет собой часть сланцевого пояса, протягивающегося в широтном направлении. Главные типы пород представлены тонкозернистыми, богатыми кварцем и полевым шпатом, известными под названием лептитов, а также карбонатными сланцами, слюдистыми гнейсами и амфиболитами. Интрузивные породы в пределах пояса лептитов представлены гранитами, гранодиоритами, диоритами и габбро.

Медно-цинковое месторождение Ориярви было открыто в 1757 г. и разрабатывалось с разной степенью интенсивности в течение 200 лет. За время отработки месторождения было добыто около 1.2 млн. т руды, в период с 1944 по 1954 гг. – 839 тыс. т руды, содержащей 0.73% Cu, 2.64% Zn, 0.82% Pb. Рудник был закрыт в 1954 г.

Рудное тело месторождения имеет широтное простирание, и на поверхности северное падение под углом 70^0. Между горизонтами 100-200 м падение меняется на южное, а затем вновь становится северным. Рудное тело прослежено до глубины более 200 м. Вниз от поверхности оно расщеплялось на отдельные линзы и отростки. Линзы погружаются на восток под углами $35\text{-}50^0$. На месторождении выявлено два типа руд - так называемая "мягкая руда" - наиболее важная в экономическом отношении и "твердая руда". "Мягкая руда" залегает в виде линзовидного тела в тремолитовых скарнах примерно в 180 м севернее контакта гранодиоритов Ориярви. Сульфидные минералы представлены халькопиритом, пирротином и галенитом. "Твердая руда" залегает в кордиерит-антофиллитовых породах. Главный сульфидный минерал-халькопирит, второстепенными являются сфалерит и галенит. Менее развиты пирит и пирротин. Редко встречаются марказит, гудмундит и блеклая руда.

Важнейшие медно-цинковые месторождения Финляндии находятся в пределах цинкового пояса Виханти-Пюхясалми, на северо-западном конце Главного сульфидного пояса. Сульфидные месторождения пояса располагаются в эпиконтинентальных метаосадках или в породах, непосредственно их перекрывающих, возраст галенита из сульфидных руд 2100-2025 млн. л.

Месторождение Виханти (Vihanti) (рис12.) расположено в 11 км юго-восточнее Виханти, в 70 км юг-юго-восточнее Оулу. Строительство подземного рудника и

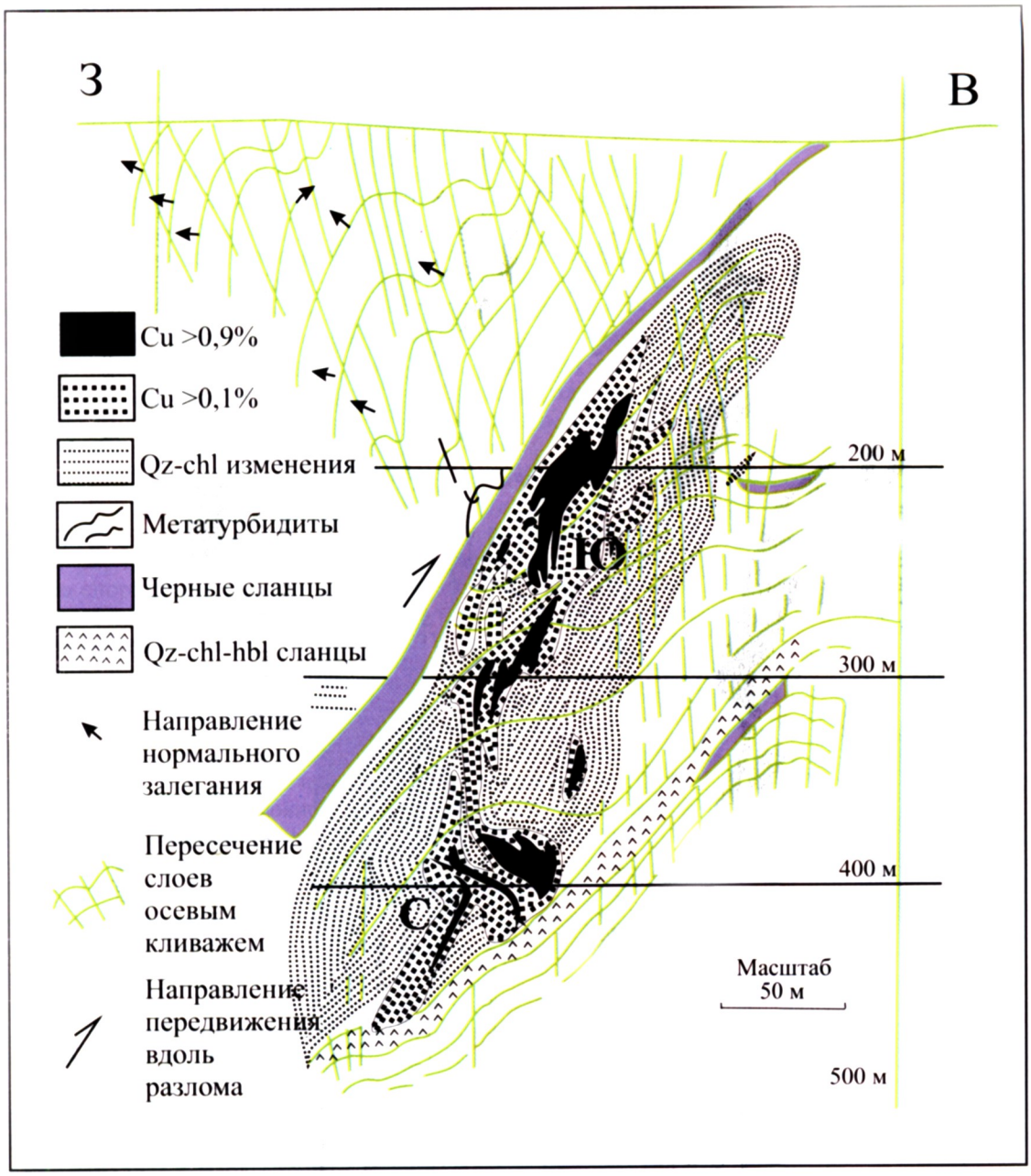


Рис. 11. Разрез через месторождение Хаммаслахти (по данным Loukola-Ruskeeniemi et. al., 1990)

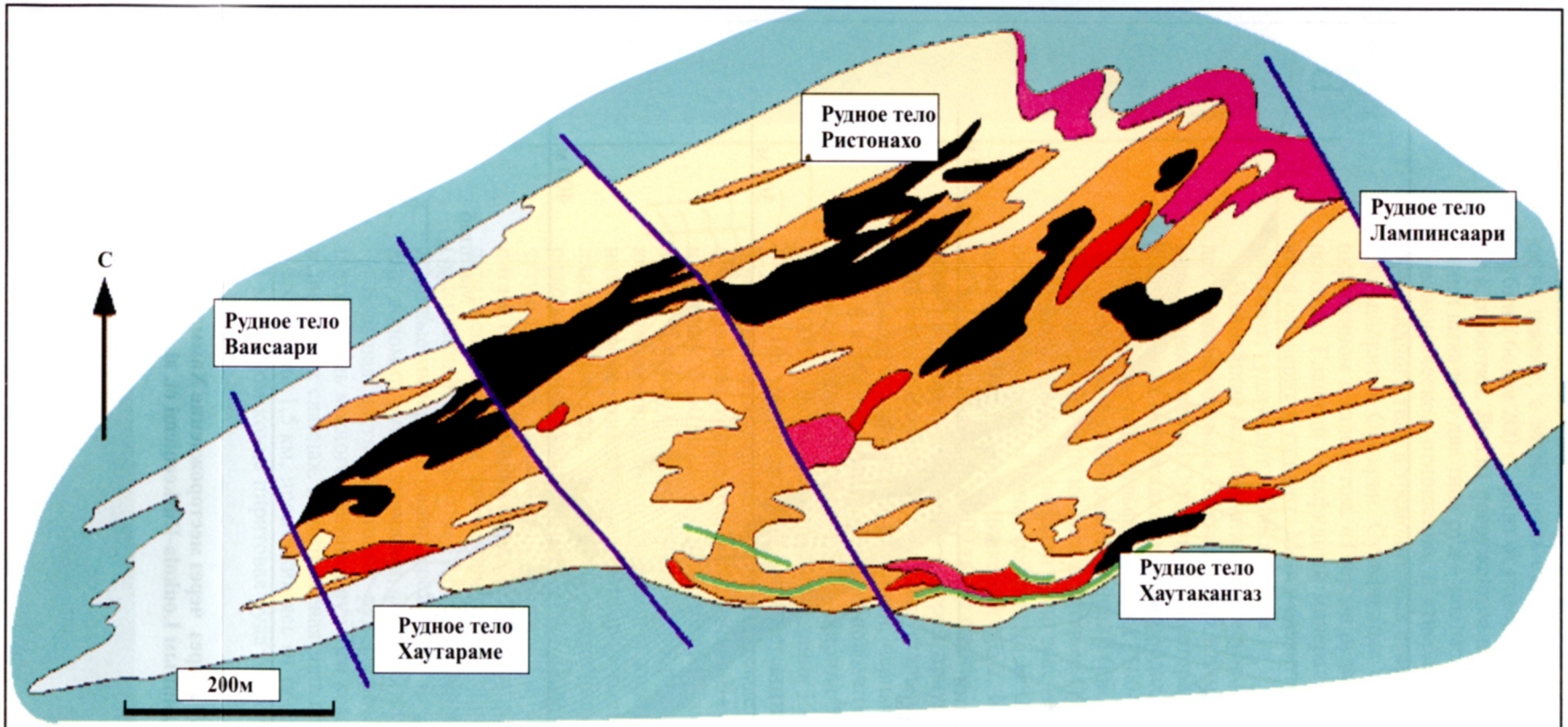


Рис. 12. Месторождение Виханти.
План горизонта 200 м (по данным Rehtijarvi et al., 1979).

- Фельзитовые метавулканические породы
- Кордиеритовые гнейсы
- Доломитовые мраморы, скарны
- Слюдистые гнейсы
- Туфы
- Цинковая руда
- Вкрапленная медная руда
- Пиритовая руда
- Уранинит-апатитовая минерализация
- Разломы, дайки основного состава

обогатительной фабрики было завершено в 1954 г., и в этом же году началась добыча руды. Рудник работал до 1992 года, за весь период эксплуатации было добыто около 28 млн. т цинковой руды, из которой получено 1.4 млн. т цинка, 129 тыс. т меди и почти 100 тыс. т свинца.

Геологическая толща, к которой приурочена руда, имеет название рудного комплекса Лампинсари. Супракрустальные породы комплекса представлены кварц-полевошпатовыми сланцами, черными сланцами, кордиеритовыми гнейсами и карбонатными породами (доломиты и скарны). Размеры рудной зоны в целом составляют: длина 1.5 км, ширина 50-200 м, распространенность на глубину – 1000 м. Размеры рудных тел: длина 150-900 м, ширина 50-200 м, мощность 1-50 м. На месторождении выделяется два главных типа рудной минерализации – цинковые рудные тела и пиритовые рудные тела. Цинковые рудные тела представлены рудным телом Ристонахо-Вялисаари, имеющем длину около 900 м и ширину 5-50 м и рудным телом Лампинсаари (400 м в длину и 10-40 м в ширину). Первое рудное тело располагается в контактовой зоне между кварц-полевошпатовыми сланцами и карбонатными породами, второе залегает ниже. Кроме этих двух тел непосредственно вблизи них имеются более мелкие линзовидные тела. Рудовмещающими породами являются доломиты, скарны, реже кварц-полевошпатовые сланцы. Цинковые руды имеют в основном полосчатую текстуру, связанную с распределением сфалерита и пирита, а также сфалерита и барита. В мелких рудных телах сульфиды обнаруживают беспорядочную вкрапленность или небольшие пятна. Главные рудные минералы: сфалерит (содержащий примерно 7-8% Fe), халькопирит и галенит, пирит и пирротин. Жильные минералы: барит (составляет в среднем 5% породы), диопсид, тремолит, доломит, рутил, турмалин, флюорит и гранулированный кварц.

Большая часть пиритовых руд сосредоточена в двух линзах, располагающихся вдоль южного контакта рудного комплекса и заключенных в кварц-полевошпатовых сланцах. Пиритоносная зона протягивается в западном направлении примерно на 1,5 км, прослеживаясь от поверхности до горизонта 500 м и ниже. На восточном конце пиритовая руда постепенно переходит в бедную цинковую руду. Текстура руд в основном полосчатая, реже брекчиевая или вкрапленная. Главный рудный минерал – пирит (30-60%), второстепенным является пирротин. В руде имеются также небольшие количества сфалерита и халькопирита. Кварц - самый распространенный нерудный минерал. Месторождение имеет возраст 1 960 - 1 930 млн. лет.

Месторождение Пюхясалми (Pyhäsalmi) находится в 5 км юго-восточнее Пухасалми, в 150 км южнее Оулу. Первое свидетельство о руде было получено в 1958

г., а уже с 1959 г. начались проходка шахты и строительство обогатительной фабрики. Первый выпуск концентратов относится к 1962 г., начальная производительность предприятия по руде составляла 600 тыс. т, в 1967 г она была увеличена до 800 тыс. т, а к концу столетия превысила 1 млн. т. Вначале производилась добыча руды карьером, но с 1975 года рудник полностью перешел на подземную разработку. Всего за период с 1962 по 2001 гг. добыто более 32.5 млн. т руды (680 тыс. т цинка, 240 тыс. т меди). Рудник Пюхясалми является в настоящее время единственным действующим предприятием в Финляндии, добывающим цинковую и медную руды.

Рудное тело приурочено к сланцевой зоне Руотанен. Толща сланцев имеет широтное простирание, вертикальное или крутое восточное падение, ее мощность составляет 2 км. Расположение рудной минерализации контролируется серицитовыми кварцитами с тесно ассоциирующими с ними кварц-полевошпатовыми сланцами (лептитами). Рудовмещающими породами являются кварц-серицитовые сланцы. Большая часть руды сосредоточена в одном рудном теле – Пюхясалми. Оно имеет неправильную форму с размерами выхода на поверхность 1000х150-650 м и прослежено до глубины 1400 м. Руды представлены несколькими типами: 1) грубозернистыми массивными пиритовыми рудами со сфалеритом и халькопиритом, с прослоями сфалерита; 2) порфирокластическими рудами с округлыми вкрапленниками 5-10 мм; фенокристаллы пирита в тонкозернистой пирит-сфалеритовой массе; 3) вкрапленные руды со спорадически развитыми сфалеритом и халькопиритом; 4) пирротиновые руды. Главные рудные минералы: пирит, пирротин, сфалерит, халькопирит. Второстепенные: тетраэдрит, галенит, арсенопирит, магнетит, марказит, гессит, самородный мышьяк, зелигманит, молибденит, верлит. У краев тела присутствуют в больших количествах халькопирит, галенит, арсенопирит, самородное золото и серебро. Жильные минералы: кварц, барит, серицит, кальцит, доломит, плагиоклаз, турмалин, тальк. Богатые пирротином руды встречаются в южной части главного рудного тела и восточном и южном его контактах. Жильные минералы представлены в основном кварцем, серицитом, доломитом, плагиоклазом, иногда кордиеритом и турмалином. На участках богатых цинком присутствуют барит и кальцит. Текстура сульфидной руды обычно полосчатая, обусловленная распределением сфалерита в виде полос и слоев. Встречается также брекчиевая текстура руд. На восточном фланге месторождения имеется еще небольшое линзовидное тело. Возраст месторождения 1910-1930 млн. лет. Начальные запасы полезных компонентов составляли: Zn 1 438 тыс. т, Cu 681 тыс. т, 30 т Au, 1000 т Ag. По состоянию на 2000 г. запасы руды составляли 19,7 млн. т при содержаниях Zn

2,25%, Cu 1,16%, 14г/т Ag, 0,4 г/т Au (достоверные и вероятные). Отработку месторождения планируется закончить к 2013 г.

На территории Финляндии известно только одно месторождение свинца Корснес (Свартёрен) (Korsnäs), которое находится на берегу Ботнического залива, в 35 км юго-западнее города Васа. Свинцовые руды в районе Корснес были вскрыты бурением в 1955 г., а в 1959 г. компания Outokumpu Oy начала проходку шахты и сооружение обогатительной фабрики. Разработка месторождения началась в 1962 г., и к лету 1972 г. оно было выработано, и рудник был закрыт. Всего через обогатительную фабрику было пропущено 860 тыс. т руды с 3.57% Pb и получено 27.5 тыс. т свинца.

Месторождение расположено в супракрустальном сланцевом поясе, окружающем гранито-гнейсы Васа. Коренные породы месторождения – мигматитовые слюдистые гнейсы, залегающие субгоризонтально и пересеченные разломами различного возраста. Месторождение приурочено к вертикальному разлому меридионального простирания. Рудное тело (в пределах его отработанной части) представляло собой жилообразное тело, протягивающееся на длину более 300 м, при ширине 5-30 м и глубине распространения примерно 160 м. По падению жила разветвляется на серию маломощных прожилков, которые на глубине 350 м вновь образуют единое тело. Наряду с рудой разлом выполнен кальцитом, полевыми шпатами и скарновыми рудными минералами. Главный рудный минерал – галенит, присутствующий в виде массивных агрегатов диаметром до нескольких метров, протяженных лент вокруг известняков или в виде пятен и вкрапленности среди жильных минералов. К акцессорным относятся молибденит, сфалерит, пирит, пирротин, халькопирит, которые приурочены к контактовым участкам жил или к боковой породе. Жильные минералы включают кальцит, полевые шпаты и скарновые минералы. Боковые породы вблизи контактов с жилой часто каолинизированы.

Вольфрам

Единственное медно-вольфрамовое месторождение Финляндии Илёярви (Ylöjarvi) расположено примерно в 20 км северо-западнее города Тампере. Оно разрабатывалось комбинированным способом в период 1943-1966 г.; за это время было добыто 4 млн. т руды, содержавшей 28 тыс. т меди (0.76%), 270 кг золота и 49.5 т серебра. С 1948 по 1961 г. из 673 тыс. т руды с 0.12% WO_3 было извлечено 894 т шеелитового концентрата с 47.8% WO_3.

Месторождение находится сланцевом поясе Тампере. Средние и основные вулканиты интрудированы гранодиоритами, которые вызвали интенсивное

брекчирование пород, наблюдаемое на расстояние до 1 км от контакта. Цементом брекчий является масса, состоящая из богатого железом турмалина, кварца, апатита, арсенопирита, халькопирита, пирита, пирротина, шеелита и более редких молибденита, сфалерита, галенита, и самородного висмута. В виде повсеместной тонкой вкрапленности присутствует магнетит. Рудное тело представлено турмалиновой брекчией, образующей трубчатое тело, диаметром около 80 м, прослеженное на глубину 500 м, которое содержит промышленное скопление сульфидов.

Молибден

На территории Финляндии известно одно месторождение молибдена Мятясвара (Mätäsvaara), которое отрабатывалось с 1940 по 1947 г. Всего было добыто 1154 тыс. т руды со средним содержанием 0.141% MoS_2 (1391 т молибденита). Оно находится в северной Карелии, в коммуне Пиелисъярви. Залегает в гранито-гнейсах досвекокарельского комплекса фундамента. Рудная зона представлена неравномерной вкрапленностью молибденита в гранито-гнейсах вблизи контакта с микроклиновыми гранитами. Молибденит также присутствует в виде чешуек на стенках трещин в гранито-гнейсах и в виде крупных скоплений в полостях. Гнейсы подвергнуты интенсивной силицификации и калиевому метасоматозу. Минерализованный участок имел длину 600 м, ширину 50-60 м и заключал пять рудных тел. Возраст месторождения 2700-2800 млн. лет (Re-Os, U-Pb методы).

Редкие металлы

Ванадий

Месторождение ванадий-содержащих ильменит-титаномагнетитовых руд Муставара (Mustavaara) расположено в северо-восточной Финляндии, в административном районе Оулу. Месторождение связано с пологозалегающим габбро-анортозитовым массивом. Рудная зона приурочена к низам анортозитовой серии и прослежена на 13 км при мощности около 100 м. Она состоит из нескольких горизонтов титаномагнетитовых руд; наиболее богатым является нижний (25-35% рудных минералов) мощностью 5 м. В целом руды бедновкрапленные с высокованадистым титаномагнетитом (около 1.6% V_2O_5). Содержание свободного ильменита в бедных рудах примерно равно титаномагнетиту, в более богатых – ниже.

Запасы руды до глубины 100 м составляют 38 млн. т при содержании 22%Fe, 5% Ti, 0.2%V. Месторождение разрабатывалось компанией Rautaruukki Oy с 1976 г., в 1985 г. в связи с падением цен на ванадиевую продукцию на мировом рынке рудник был

закрыт. Примерная добыча в год составляла 1.5 млн. т руды и 3 000 т V_2O_5. Продукция включала технический пентоксид ванадия, получаемый выщелачиванием из титаномагнетитового концентрата, и в небольшом объеме – ильменитовый концентрат. Выщелоченный титаномагнетит складировался, поскольку в качестве железной руды он не пригоден для доменного процесса из-за высокого содержания титана (4-8% TiO_2).

Тантал

Месторождение тантала Розендаль (Rosendal) было открыто Геологической службой Финляндии (Geological Survey of Finland), в 2001 г. оно вызвало интерес английской компания Tertiary Minerals, которая в связи с мировым танталовым бумом проводит буровые работы и технологические исследования с оценкой экономической эфтивности освоения месторождения.

Месторождение расположено на юго-западе Финляндии, на острове Кемио, вблизи действующего предприятия по добыче и переработке полевого шпата, принадлежащего дочернему предприятию Бельгийской компании Sibelco компании SP Minerals.

Танталовая минерализация приурочена к пегматитовой дайке, которая по подсчетам Geological Survey of Finland до глубины 100 м содержит 1.3 млн. т пегматита со средним содержанием Ta_2O_5 289 г/т и полевого шпата – 70%. Оценка производились на основе анализов бороздовых проб, взятых с поверхности, и проб из керна буровых скважин.

Tertiary Minerals провела предварительные испытания обогащения руды месторождения Розендаль. Испытания показали возможность получения танталового концентрата с 44.5-40.5 Ta_2O_5, используя дешевый метод гравитационного концентрирования. При удалении из концентрата сульфидных минералов возможно получение концентрата с Ta_2O_5 более 50%. Более ранние технологические испытания, проведенные Lakefield Research, показали, что из материала могут быть получены товарные танталовый, полевошпатовый, кварцевый и слюдяной концентраты. Компания Tertiary Minerals планирует открытую разработку месторождения Розендаль с производительностью в 150 тыс. т руды в течение 11 лет с ежегодным выпуском 30 т Ta_2O_5 в концентрате и 84.4 т концентрата полевого шпата. Компания намерена в короткие сроки произвести полную оценку месторождения и начать его отработку. Этому благоприятствует удачное расположение месторождения на острове и близость существующего предприятия по переработке полевого шпата, развитая инфраструктура района, а также высокий спрос на тантал.

Благородные металлы и алмазы

Золото

До конца 1970-х годов было известно всего несколько относительно значимых проявлений золота на Фенноскандинавском щите и не было четких представлений о потенциале региона на золото в целом. Но в начале 1980-х годов в связи с увеличением цен на золото и значительным расширением исследований по генезису и методам поисков и разведки, такое положение радикально изменилось. Особенно важными явились исследования по орогенной или "мезотермальной, жильной, жильно-метаморфогенной, структурно-контролируемой" золотой минерализации. Современные исследования привели к открытию, по крайней мере, 140 объектов, 12 из которых заслуживают особого внимания. Из вышеупомянутых объектов три золоторудных объекта уже отработаны (месторождения Саатапора (Saattopora), Кивимаа (Kivimaa), Хавери Haveri); на ряде других месторождений ведутся интенсивные работы по оценке их ресурсов (Лайванкангас-Северный (Laivakangas-N), Копса (Kopsa), Осинконмяаки (Osikonmäki)) и подготовке к эксплуатации (Суурикосико (Suurikuusikko), Юомасуо (Juomasuo), Валкеасуо (Valkeasuo)), а Пахтаваара (Pahtavaara), Пампало (Pampalo) и Кутемаяарви(Kutemajärvi) (Оривеси) (Orivesi) месторождений Финляндии приведены в таблице .

По возрастному признаку все золоторудные месторождения Финляндии могут быть разделены на архейские и протерозойские. К крупнейшим в Финляндии месторождениям архейского возраста является месторождение Валкеасуа (Хоско) (Hosko). Месторождение находится в пределах административного центра Илломантси и локализовано в северной части сланцевого пояса Хатту в пределах зеленокаменного пояса Илломантси. Крупной рудоконтролирующей структурой является меридиональная зона деформаций, проходящая в 200 м западнее месторождения. Интрузивные породы района месторождения являются предрудными. Вмещающими золоторудное оруденение породами являются слюдистые сланцы по метатуффитам среднего состава и аргиллитам, реже метаграувакки. Минерализованная зона длиной 1.5 км и мощностью 5-15 м вмещает золотоносные кварц-полевошпат-турмалиновые жилы, образующие брекчиевый цемент. Главные рудные минералы месторождения - пирротин, пирит, второстепенные - арсенопирит и самородное золото. Жильные минералы – кварц, полевой шпат, шеелит, турмалин. 97,4% золота является свободно извлекаемым. Минимальный возраст месторождения – 2708-2693 млн. лет.

Генетический тип - орогенный "мезотермальный". Запасы руды на месторождении оценены в 4,8 млн. т с содержанием 3.7 г/т Au, запасы золота - 17.5 т.

Несколько южнее месторождения Хоско расположено месторождение Пампало, тоже приуроченное к зеленокаменному поясу Иломантси, протягивающемуся в север-северо-восточном направлении в Карелию.

В северо-восточной части Финляндии подготавливается небольшое по запасам месторождение Юумасууо, приуроченное к протерозойским породам сланцевого пояса Куусамо. Сланцевый пояс протягивается в северном направлении и частично прослеживается вдоль границы с Финляндией в Карелии.

К наиболее значимым месторождениям протерозойского возраста в Финляндии относятся месторождения Суурикуусикко, Пахтаваара, Лайвакангаз Северный и Кутемаяарви (Оривеси).

Крупнейшее месторождение золота в Финляндии Суурикуусикко (рис.13) находится на территории административного центра Киттила в пределах Центрального Лапландского зеленокаменного пояса. Вмещающие рудные тела породы (графитистые сланцы и/ или туффиты) залегает между Fe- и Mg-толеитовыми метавулканитами. Это – часть формации Порконен, возраст которой более 2000 млн. лет. В пределах месторождения имеются измененные и минерализованные фельзитовые "альбитовые " дайки, предшествующие золоторудной минерализации. Контролирующая месторождение структура – зона деформаций Суурикуусикко 9-10 км длиной, имеет меридиональное простирание.

Главная зона деформаций север-северо-восточного простирания находится в 2-3 км к западу от месторождения. Рудные тела - вертикальные и субвертикальные субпараллельные пластообразные залежи - локализованы в пределах субвертикальной минерализованной зоны шириной 1-60 м и длиной не менее 2 км. Главные рудные минералы – арсенопирит, пирит, графит, второстепенные - мальдолит, самородный висмут. "Невидимое золото" связано с арсенопиритом и пиритом. 93% Au находится в кристаллической решетке арсенопирита. Изменения на месторождении представлены альбитизацией, карбонатизацией и сульфидизацией. Возраст месторождения приблизительно 1952-1890 млн. лет. Генетический тип месторождения - орогенный "мезотермальный". Запасы руды на месторождении по данным 2001 г. составляют 8.3 млн. т руды с 6.1 г/т Au при бортовом содержании 1г/т.

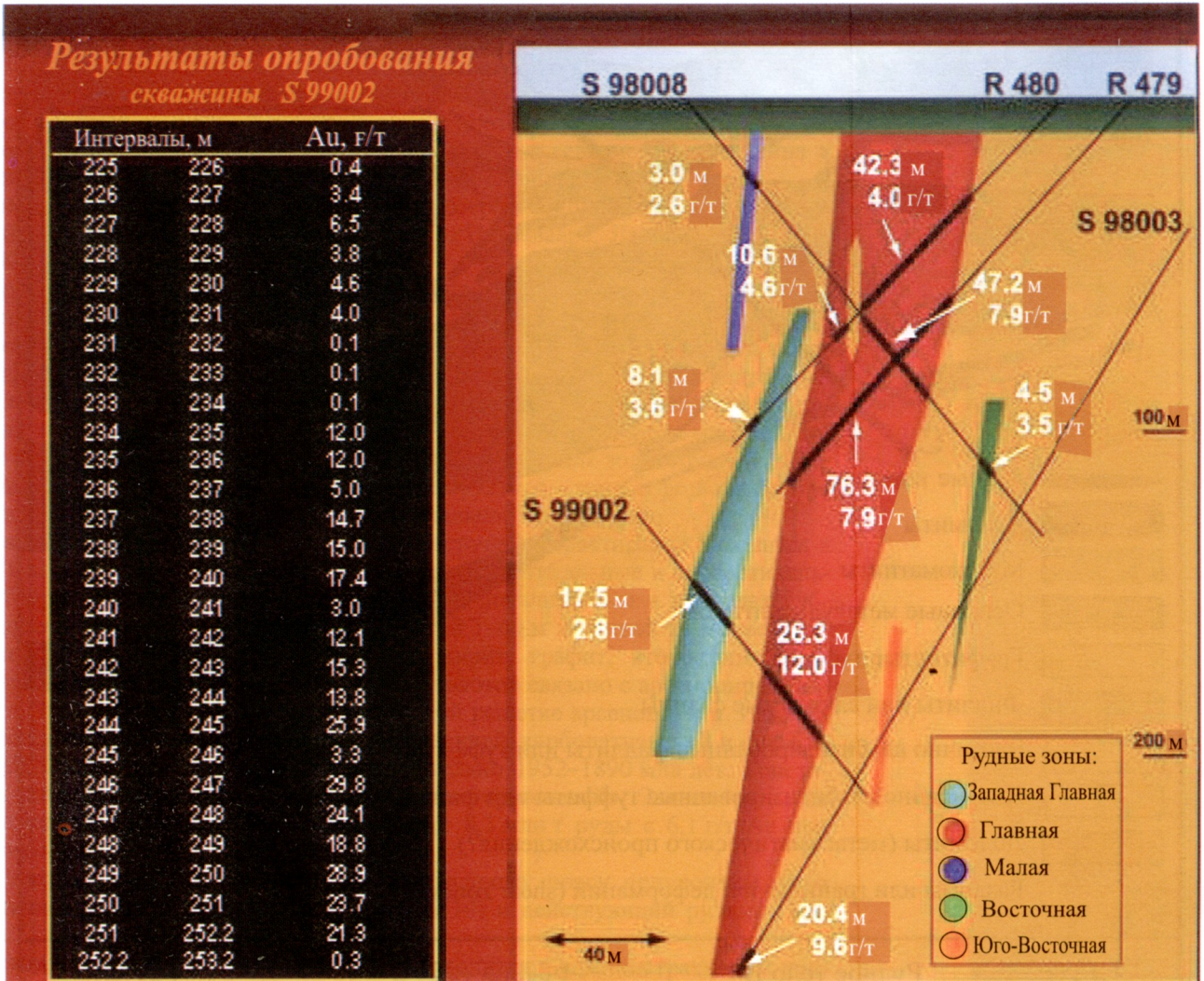


Рис. 13. Месторождение Суурикуусикко , разрез 21
(по данным Riddarhyttan Resourses, 2001)

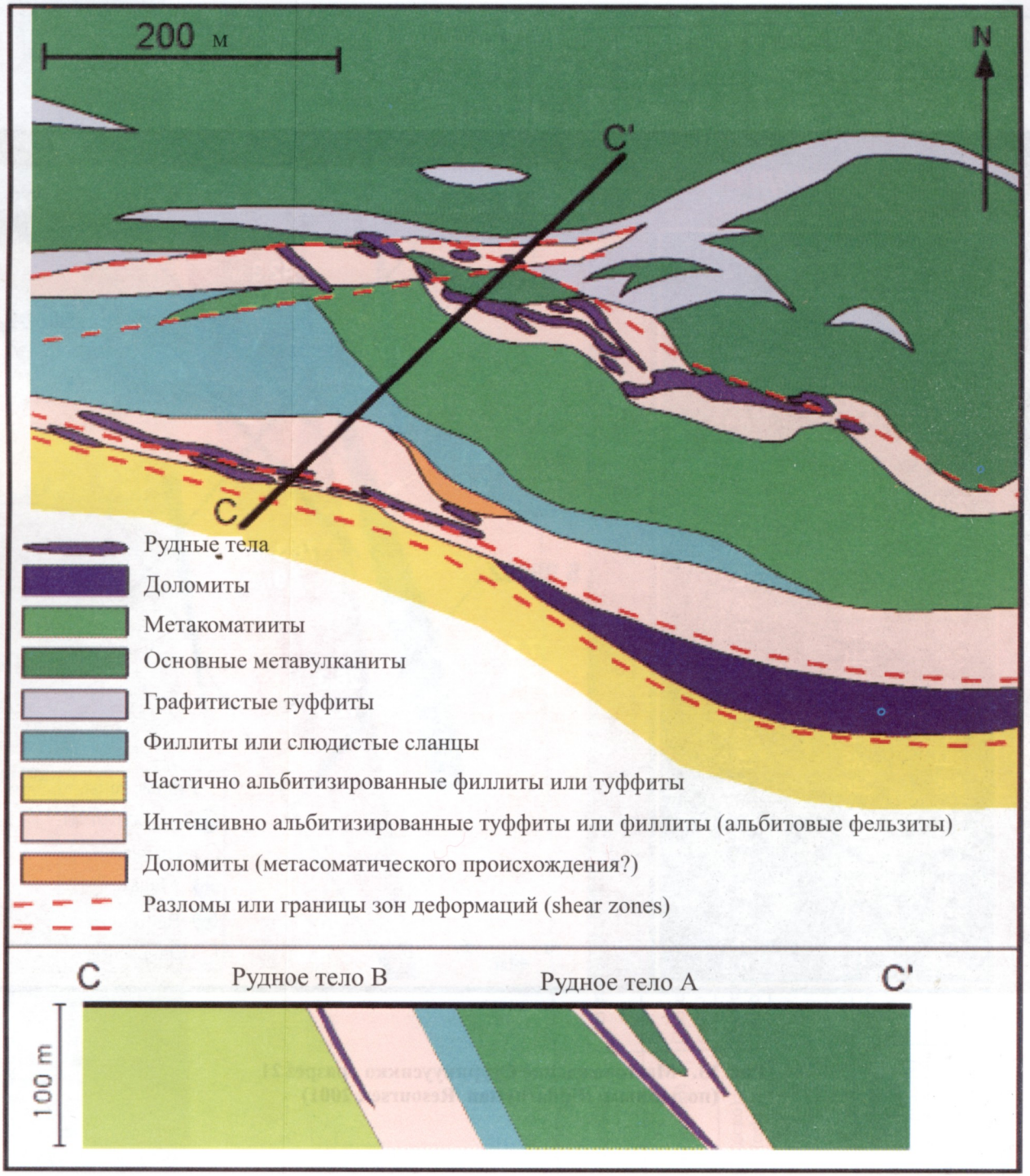


Рис. 14. Месторождение Сааттапора (по Корвуо, 1997 г.)

Общие данные по золоторудным месторождениям Финляндии (добыча по состоянию на январь 2002 г.)

Таблица

Месторождение	Генетический тип	Возраст (млрд. л)	Вмещающие породы	Запасы, т			Добыто, т		
				Au	Cu	Ag	Au	Cu	Co
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Отработанные рудники									
Сааттапора (Saattapora) 1988-1995 гг.	Орогенный "мезотермальный"	PR 1,9	Альбитизированные метавулканогенно-осадочные	2.45	2040		6.28	5177	
Хавери (Haveri) XIII век; 1942-1962 гг.	Орогенный "мезотермальный"	PR 1,99	Метавулканиты кислые, толеитовые базальты				4.2	6000	
2. Действующие рудники									
Пахтаваара (Pahtavaara) с 1996 г.	Орогенный "мезотермальный"	PR 1,82	Обедненные Al коматииты	12			2.131		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пампало (Вард, Иломантси) (Papalo,Ward) с 1998 г.	Орогенный "мезотермальный"	AR 2,7	Метатуффиты	8.4			1.784		
Кутемаяарви (Оривеси) (Kutemajärvi) с 1994 г.	Метаэпитермальный	PR 1,9	Метавулканогенно-осадочные	15.2			12.4		
3. Месторождения, подготавливаемые к отработке									
Суурикуусикко (Роураваара, Коркеакуусико, Вуомаярви) (Suurikuusikko)	Орогенный "мезотермальный"	PR 1.85-1.89	Графитистые сланцы, метатуффиты	50.63					
Юомасуо (Juomasuo) с 1992 г.	Орогенный "мезотермальный"	PR 2.05-1.8	Основные метавулканиты	4.468			0.104		24.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Валкеасуо (Хоско) (Valkeasuo, Hosko)	Орогенный "мезотермальный"	AR 2.7	Слюдистые сланцы (вулканогенно-осадочные)	17.5					
4. Проекты									
Лайвакангас Северный (Нёодонмаа, Нёодонмалти) (Laivankangas N)	Орогенный "мезотермальный"	PR	Кварцевые диориты, основные вулканиты	9.79					
Копса (Kopsa)	Связанный с гранитоидами	PR	Тоналиты, слюдистые сланцы	14.25	45000	100			
Осиконмяаки (Осико) (Osikonmäki, Osikko)	Орогенный "мезотермальный"	PR 1.85-1.89	Тоналиты	6.15					

К Центральному Лапландскому зеленокаменному пояса приурочены ныне отработанное месторождение Сааттопора (рис.14) и действующий рудник Пахтаваара.

Месторождение Кутемаяарви (Оривеси) находится в административном центре Оривеси и приурочено к палеопротерозойскому сланцевому поясу Тампери. Основными вмещающими рудные тела породами являются метавулканические породы среднего состава или вулканогенно-осадочные метапороды. В 500 м от месторождения находится гипабиссальная (?) тоналит-монцогранитная порфировая интрузия. Минерализованная зона месторождения находится на пересечении разломов северо-западного - юго-восточного и широтного простираний. На месторождении известно пять промышленных трубообразных и субвертикальных залежей и, возможно, несколько подобных минерализованных зон меньшего размера. Вертикальный размах наиболее крупной залежи - более 300 м; горизонтальные размеры залежей: 10-20 х 20-50 м. Главным рудным минералом является алтаит; второстепенными – пирит, теллуровисмутин, френбергит, гессит, пирротин, калаверит, халькопирит, колорадоид, сфалерит, галенит, рутил, гематит, магнентит, арсенопирит, кубанит, креннерит, самородный теллур, самородный свинец, петцит, буланжерит, борнит. Жильные минералы месторождения: кварц, серицит, пирофиллит, андалузит, топаз. Самородное золото встречается в основном вдоль границ кварцевых зерен, а также в срастаниях с теллуридами и в золото-теллуридах. Размеры зерен золота находятся в пределах 0,5-50 микрон, но обычно - 5-10 микрон. Пробность золота 94.9%. Структура руд - лепидогранобластовая, преобладает массивная, интенсивно рассланцованная. Генетический тип месторождения - метаморфизованный эпитермальный.

К сланцевому поясу Тампери приурочено и ныне отработанное месторождение Хавери.

Месторождение Лайванкангаз Северный приурочено к контактовой зоне позднеорогенных кварцевых диоритов и мафических метавулканитов в районе Раахи-Хаапаярви. Главные рудные минералы – арсенопирит и лелленгит. Наибольшая часть золота связана с кварцевыми жилами.

Месторождение Копса (другого генетического типа, связанного с гранитами) находится в пределах административного центра Хаапаярви. Оно приурочено к порфировому синорогенному тоналитовому штоку (в плане 0.6х 2 км), прорывающему вулканогенно-осадочную толщу. Шток находится в месте пересечения разломов северо-западного и северо-восточного простираний. Минерализация штокверкового типа с множеством пересекающихся кварцевых жил образует в пределах штока две

параллельные пологие залежи, почти плоские. Au-Cu минерализация шириной до 10 м широко распространена по всей интрузии до глубины более 175 м. Во вмещающих породах развита рассеянная минерализация с сульфидами кобальта и железа, представленная кварцевым штокверком с арсенопиритом и халькопиритом. Главные рудные минералы: халькопирит, арсенопирит, пирротин; второстепенные лелленгит, марказит, пирит, сфалерит, золото, молибденит, кубанит, борнит, станнин, самородный висмут, Bi-содержащие сульфасоли. Жильные минералы месторождения: кварц, плагиоклаз, биотит, роговая обманка, микроклин, шеелит. Золото в основном находится в ассоциации с кварцем, в небольшом количестве - в арсенопирите.

Платина

Изучением элементов платиновой группы в Финляндии с 1980-х годов начала заниматься компания Outokumpu. На территории Финляндии известно несколько расслоенных интрузий, с которыми связана минерализация платины. Но лишь некоторые из них заслуживают внимания. К последним относится комплекс расслоенных интрузий Портимо (рис.15), изучаемый компанией Outokumpu с помощью бурения. Минерализация комплекса Портимо представлена вкрапленными сульфидами, обогащенными металлами платиновой группы, в зоне мощностью 10-30 м и связана с краевой серией интрузий Суханко-Контиярви. Распределение минерализации здесь неравномерное и часто она приурочена к нижнему перидотитовому слою. Содержание металлов платиновой группы (МПГ) в большей части интрузивного тела Суханко колеблется в пределах 2 г/т, но на некоторых участках краевой серии интрузий Конттиярви и Ахмаваара достигает 10 и даже 50 г/т. Преобладающей сульфидной ассоциацией является пирротин-халькопирит-пентландитовая. Преобладающими минералами группы платины являются сперрилит ($PtAs_2$) и минералы Pd-Sb-As и Pd-Te-Bi фаз, в то время как сульфиды МПГ редки. Тип минерализации сравним здесь с рифовой структурой Бушвельда.

С 2000 г. Южноафриканская компания Gold Filds Limited и Outokumpu Oyj создали совместное предприятие по изучению металлов платиновой группы. В результате работ по проекту Суханко были выявлены наиболее перспективные участки; в их пределах на основе буровых работ и опробования подсчитаны запасы и ресурсы. Группа перспективных участков сосредоточена в пределах интрузий Конттиярви, Ахмаваара (участки Конттиярви, Ахмаваара, Ахвамаара Ист), а также в пределах интрузии Наркаус, находящейся в 20 км северо-восточнее Ахмаваара и Конттиярви. Здесь в пределах разбуренной площади длиной в 6 км выделено 3 участка Нуттуралампи

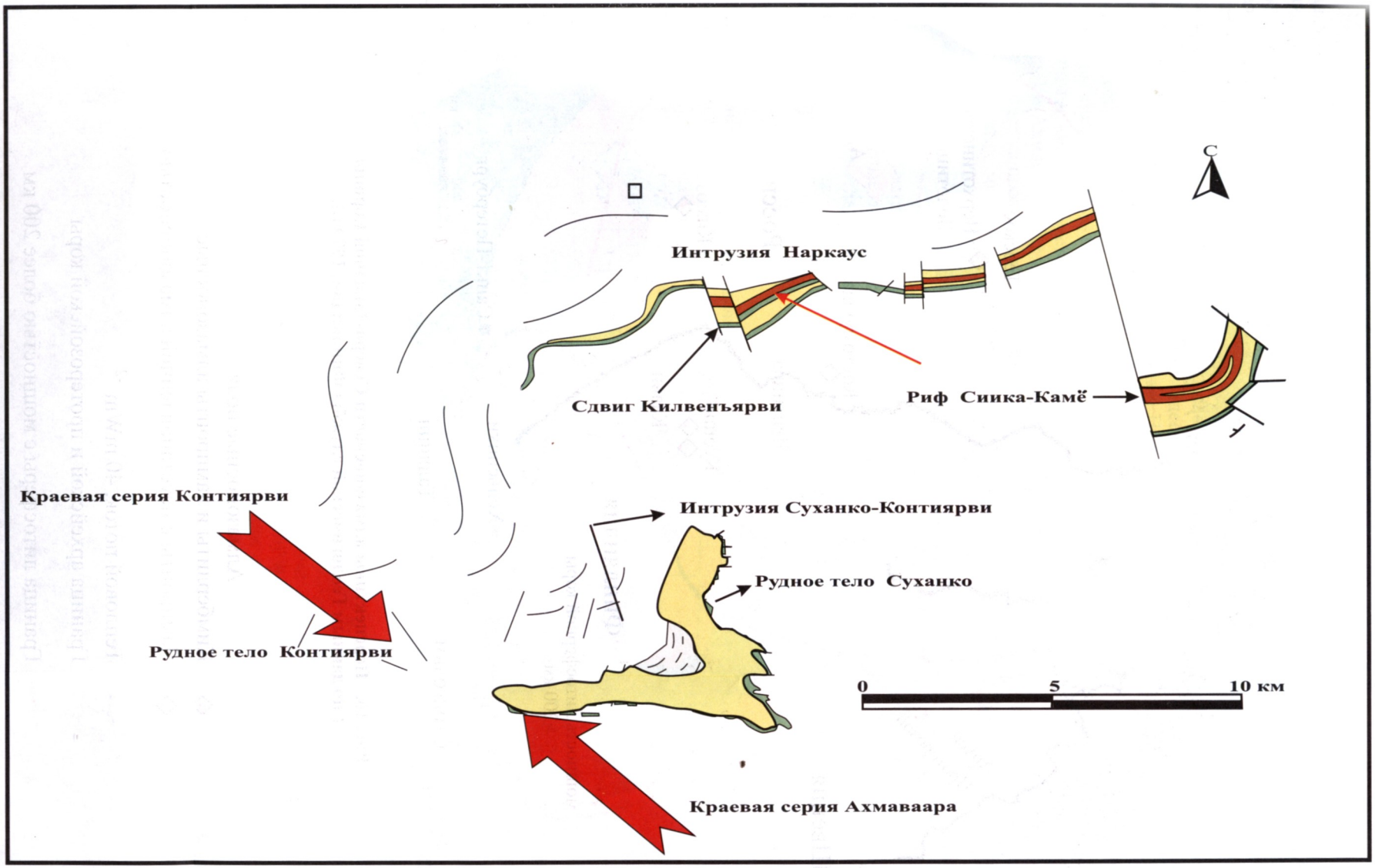


Рис. 15. Комплекс расслоенных интрузий Портимо (по данным Geological Survey of Finland, 2001)

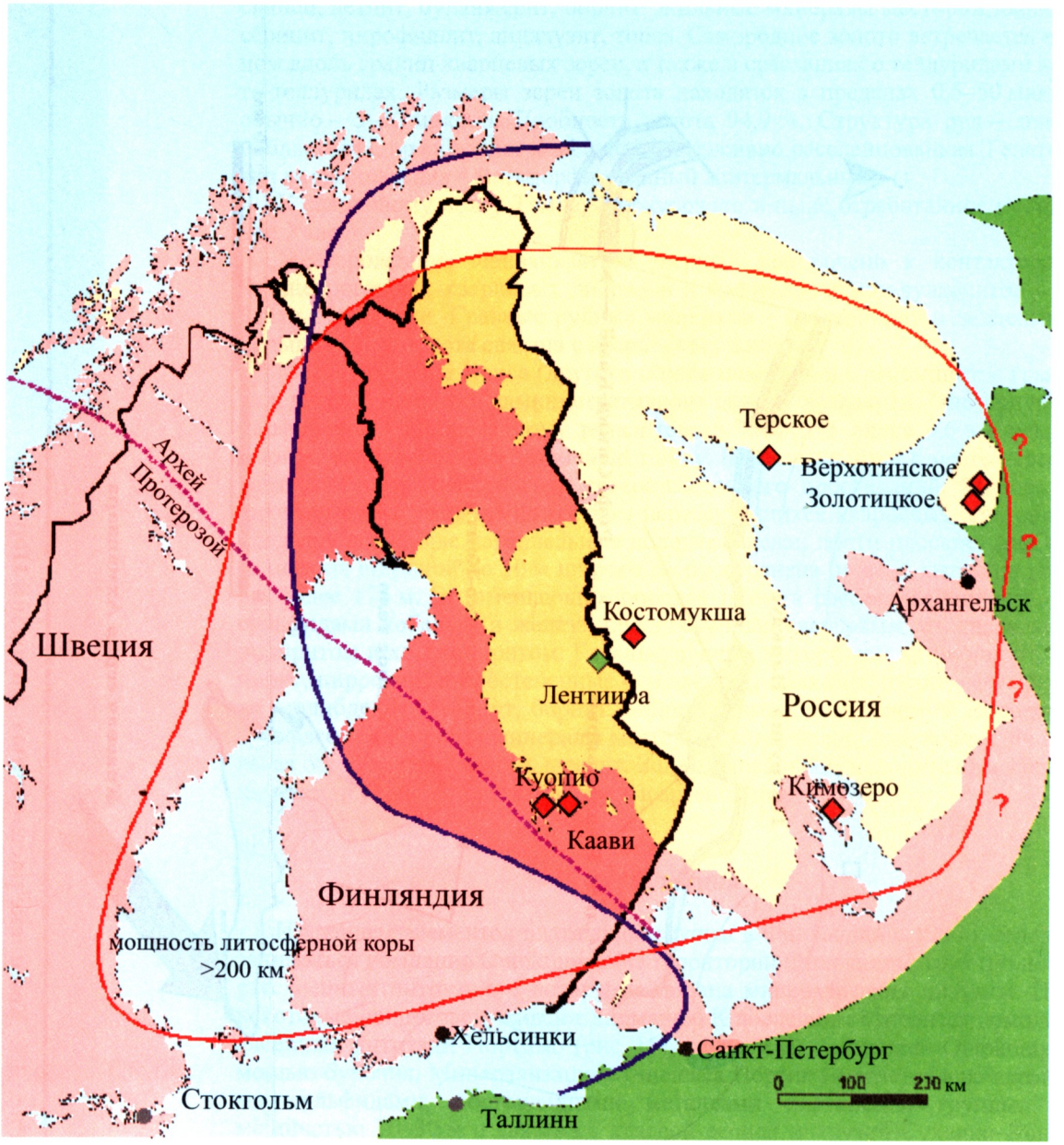


Рис. 16. Перспективы алмазоносности Северо-Западной Европы (по данным Геологической службы Финляндии, 1999 г.).

Алмазоносные поля:

- Кимберлиты и лампроиты алмазоносные
- Лампроиты с неустановленной алмазоносностью

- Тепловой поток, 40 mWm $^{-2}$
- Граница архейской и протерозойской коры
- Граница литосферы с мощностью более 200 км

(Nutturalampi), Куохунки (Kuohunki), Сиика-Камё (Siika-Kämä) в пределах Рифа Сиика-Камё (Siika-Kämä Reef).

По оценкам компании Gold Filds Limited/Outokumpu Oyj запасы металлов платиновой группы и золота на месторождениях Конттиярви (Konttijärvi), Ахмаваара (Ahmavvara) и Ахмаваара Ист (Ahmavvara East) (данные от 1августа 2002 г.) при бортовых содержаниях 0.5 г/т МПГ+Au составляют 175.05 т. Кроме того, подсчитанные на этих месторождениях и участках Нуттуралампи, Куохунки, Сиика-Камё, ресурсы МПГ и золота составляют 119.2 т.

Данные по ресурсам и запасам группы месторождений Конттиярви приведены в таблице

Таблица

Месторождения Конттиярви, Ахмаваара, Ахмаваара Ист						
Запасы Содержания	МПГ+Au, т г/т	Pd, т г/т	Pt, т г/т	Au, т г/т	Cu, т. т %	Ni, т. т %
Запасы	175.05	130.53	31.67	12.85	202.75	83.47
Содержания	1.76 г/т	1.31г/т	0.32г/т	0.13г/т	0.20%	0.08 %
Месторождения Конттиярви, Ахмаваара, Ахмаваара Ист, участки Нуттуралампи, Куохунки, Сиика-Камё						
Ресурсы	273.08	206.11	51.40	15.54	191.09	91.41
Содержания	2.29	1.73	0.43	0.13	0.16	0.08
Месторождения Конттиярви, Ахмаваара, Ахмаваара Ист, участки Нуттуралампи, Куохунки, Сиика-Камё						
Ресурсы и запасы	448.13	336.64	83.07	28.42	393.84	174.88
Содержания	2.05	1.54	0.38	0.13	0.18	0.08

Ближайшей целью компании Gold Filds Limited/Outokumpu Oyj является закончить предварительные исследования группы месторождений Конттиярви, открыть карьеры

на Конттиярви и Ахвамаара и начать производство флотационных концентратов на месте.

Алмазы

Территория Финляндии является частью алмазоносной провинции Балтийского щита. Особенности литосферы, возраст консолидированной коры, тепловой поток и размещение алмазоносных типов магматитов показаны на рис. Первая кимберлитовая трубка была открыта в районе Оутокумпу в 1965 г. при заверке магнитной аномалии на медно-никелевые руды. Позднее в 1986 г., при совместных работах с AML (Австралия) были выявлены 25 кимберлитовых тела. Трубки и дайки сосредоточены на двух полях Куопио (Kuopio) и Каави (Kaavi), расположенных в краевой части архейского Карельского кратона в свекофенском перикратонном Оутокумпском прогибе (рис.16). Кимберлитовые трубки имеют размеры от 0.6 до 2.0 га. В пяти трубках Poplar Resources Ltd установила алмазоносность с содержанием от 5.7 до 30.6 карат на 100 т. В одной из трубок в эклогитовом ксенолите размером 35x35x17 см извлечены алмазы размером от 0.1 до 4.5 мм. Содержание их при пересчете на 1 т составляет 80 000 карат (Griffin B.Y., 1995). Возраст кимберлитов Северной Финляндии по предварительным данным составляет 450 - 600 млн. лет.

В конце 1990-х годов в Фенно-Карельском ультраметаморфическом блоке на юго-восточной периферии аподиоритового массива в районе п. Леантира были выявлены дайки лампроитового состава предположительно рифейского возраста. Алмазаносность их не изучена. Прогнозные ресурсы кимберлитовых полей и лампроитового куста не приводятся.

Перспективы алмазаносности Норвегии, Швеции и Финляндии наиболее благоприятны на территории Лапландстко-Кольско-Карельского архона. Известные проявления алмазаносного магматизма в архоне размещаются в периферической и ядерной зонах кратона. Размещение магматитов контролируется границами блоков ультраметаморфической и гранитометаморфической коры, карелькими перикратонными прогибами и струкрурами "острых углов", рифейскими авлакогенами и дайковыми или габбро-анортозитовыми поясами (кимберлитовое поле Каликс, Швеция, Зимнебережное кимберлитовое поле, Россия). Особенно благоприятны для размещения алмазаносного магматизма в перечисленных структурах на участках протоактивизации Выборгской (Порья губы Кондалашского залива Белого моря; Заонежский полуостров, Карелия; Готской (лампроитовые поля Костомукши и оз.

Левушка, Карелия) и палеозойской активизации (Северная Финляндия, Зимнебережный район, Россия).

Для выявления месторождений "уральского типа" наиболее благоприятной структурой является зона блоково-надвиговых структур главного Лапландского разлома, разграничивающая каледонскую Грампианскую складчатую область от Фенноскандинавского щита.

Рис.16

Неметаллы

Апатит

На территории Финляндии известно два месторождения апатита – Сокли (Sokli) и Сиилинъярви (Siilinjärvi). Месторождение Сокли находится в восточной Лапландии, в коммуне Савукоски. Месторождение связано с корой выветривания карбонатитового штока (368-362 млн. лет) диаметром около 5 км с субвертикальными боковыми стенками. Шток сложен в основном сёвитами и фоскоритами, имеет концентрическую структуру и окружен ореолом фенитизации шириной до 2,5 км, содержащим многочисленные полукольцевые карбонатитовые дайки. Верхняя часть карбонатитового штока Сокли испытала химическое выветривание на глубину до 60 м и более. Процессы выщелачивания и переотложения привели к образованию реголитовых слоев различной мощности, представляющих собой фосфатные руды, обогащенные железом, ниобием, редкими землями и фосфором. Первичные минералы представлены апатитом, магнетитом, пирохлором и цирконом. К вторичным относятся франколит, гётит, гидрослюды и окислы марганца. Содержание магнетита и гётита местами возрастает настолько, что образуются железные руды с 20-40% Fe. Запасы месторождения оцениваются не менее чем в 100 млн. т руды при среднем содержании P_2O_5 16%; в его контуре может быть выделен участок Суурлойтсо с запасами 25.4 млн. т руды и средним качеством 24% P_2O_5. Компания Kemira Chemicals Oy, имеющая права на отработку месторождения, в конце 1980-ых планировала разработку фосфорных руд Сокли, однако позже отказалась от этих планов в связи с неблагоприятными географо-экономическими условиями, значительными капитальными вложениями и низкой их окупаемостью.

Крупнейшее месторождение апатитовой руды в Финляндии - Сиилинъярви - расположено в 20 км севернее города Куопио. Месторождение приурочено к комплексу Сиилинъярви, который образует субвертикальное пластовое тело с падением к западу под углами $70\text{-}90^0$, простирающееся примерно в меридиональном направлении и окруженное гнейсами досвекокарельского фундамента. Комплекс имеет длину 16 км, ширину до 1.5 км и занимает площадь 14.7 км^2. Он подсечен скважинами до глубины 250 м без признаков выклинивания.

Комплекс Сиилиньярви (2.6 млрд. лет) сложен глиммеритами, сиенитами и карбонатитами. Породы глиммерит-карбонатитовой серии в основном окаймляются сиенитами, а сиениты в свою очередь контактируют с гранитогнейсами и, по крайней

мере, частично являются продуктом фенитизации последних. Главные минералы сиенитов - микроклин, амфибол и пироксен.

Глиммериты (слюдяные ультрамафиты) состоят из флогопита и апатита, к которым иногда добавляются щелочной амфибол и серпентин; акцессорные – сульфиды, циркон и окислы железа. Карбонатиты (сёвиты) в основном состоят из кальцита. Акцессорные минералы – флогопит, щелочной амфибол, доломит, апатит. Широко развиты промежуточные между глиммеритом и карбонатитом разновидности пород (карбонатные глиммериты, силикокарбонатиты). Повышенные концентрации апатита приурочены к глиммерит-карбонатитовым породам, где его среднее содержание составляет около 10%. Апатит представлен фторапатитом, содержащим в среднем 1.2% SrO, 0.4% окислов редких земель.

Месторождение отрабатывается компанией Kemira Chemicals Oy с 1979 г. Оно является самым бедным в мире собственно фосфатным месторождением с содержанием в руде в среднем 3.9% P_2O_5 и самым крупным в Финляндии открытым рудником. Пригодные для открытой разработки запасы до глубины 150 м, подсчитанные по наиболее широкой части рудной зоны длиной 3.5 км, составляют 470 млн. т. В 1980-ых годах годовая выемка руды была в пределах 5.5-6 млн. т, что обеспечивало выпуск 400-600 тыс. т апатитового концентрата в год. В дальнейшем рудник постепенно увеличивал производительность, и в 2000 г. добыча руды составила приблизительно 8.5 млн. т (751 тыс. т апатитового концентрата), а в 2001 г - 11.15 млн. т (767 тыс. т концентрата). Апатитовый концентрат содержит 36.5% P_2O_5, 4.6% CO_2, 1.1% MgO и 0.64% Fe_2O_3; извлечение P_2O_5 в концентрат 70-80%. Он перерабатывается на фосфорную кислоту, попутный продукт передела – фосфогипс – перерабатывается на белый продукт для производства пигмента бумажного покрытия "CoCoat" (50 тыс. т в год). Бипродуктом добычи апатитовой руды является кальцитовый концентрат (около 100 тыс. т в год), который используется в сельском и лесном хозяйстве. В 1987 г. была введена в действие фабрика по извлечению флогопита разной размерности – всего 5 сортов с размером чешуй 900, 500, 200, 100 и 40 мкм, общая продукция к 1992 г. достигла 12 тыс. т в год. Он использовался для выпуска жемчужно-глянцевых пигментов, однако с начала 1998 г. это производство было продано германской компании.

Асбест

Месторождение антофиллит-асбеста Паккила (Pakkila) находится в восточной Финляндии в Паккила, в 18 км западнее рудника Оутокумпу. Асбестовые тела месторождения приурочены к серпентинитам. Они представляют собой мелкие

скопления и линзы, простирающиеся на северо-восток 30-40^0 и погружающиеся на юго-запад под углами 20-35^0. Линзы имеют длину до 40-60 м и ширину 10-25 м содержат до 100 тыс. т асбест-серпентиновой породы. Асбестсодержащие линзы имеют зональное строение. Отмечается следующая смена зон: слюдяная зона, тремолит-актинолитовая зона, тальковая зона, зона антофиллитового асбеста и серпентина. Средний химический состав асбеста следующий: SiO_2 57.5%, Al_2O_3 1.2%, FeO 5.4%, Fe_2O_3 0.4%, CaO 0.1%, MgO 30.2%, MnO 0.1%, Na_2O и Ka_2O 0.5%.

Кустарные разработки асбеста в Паккиле велись с незапямятных времен, с начала XX века добыча производилась непрерывно до 7 тыс. т в год. В 1975 г. работы были остановлены в связи с отсутствием спроса.

Тальк

Финляндия является крупнейшим в Европе производителем талька (в том числе как попутного продукта никеля), а также значительным его потребителем. На территории Финляндии в настоящее время разработка производится на четырех карьерах, крупнейшими из которых являются Лахнаслампи (Lahnaslampi) и Хорсманахо (Horsmanaho). В 2001 г. из карьера Лахнаслампи было получено 1 942 159 т тальковой руды и 477 639 т никелевой руды, на карьере Хорсманахо – 1 091 228 т тальковой руды и 399 590 т никелевой руды. В Финляндии единственной компанией, занимающейся отработкой месторождений талька, является Mondo Minerals.

Крупнейшее месторождение талька Лахнаслампи расположено в восточной Финляндии, в коммуне Соткамо, в 25 км юго-восточнее города Каяни. Месторождение представлено вертикальным линзовидным телом шириной около 200 м, залегающим согласно со сланцеватостью окружающих слюдистых гнейсов. Главный минерал на месторождении - тальк, его количество превышает 50%. Другим промышленно важным минералом является железосодержащий магнезит (брейнерит). Рудные минералы составляют 1-2% и представлены магнетитом, пирротином, пентландитом, мельниковитом и бравоитом. Общее содержание никеля не превышает 0.1-0.2%, но его извлечение из тальковых хвостов выгодно, и в 1972 г. началось производство никелевого концентрата. Разведанные запасы талька на месторождении составляют 30 млн. т. Разработка ведется карьером; ежегодная продукция обогатительной фабрики составляет не менее 130 тыс. т талькового продукта, включая 30 тыс. т тонкого талькового порошка.

Месторождение Хорсманахо связано с массивными серпентинитами, причем основные запасы талька приурочены к восточному и западному контактам

серпентинитов с кварцевыми породами, черными сланцами и тремолитовыми скарнами. Главная тальковая залежь имеет длину около 500 м и состоит из линз, магнезитовых, тальк-магнезитовых пород и обогащенного тальком сланцеватого мыльного камня. Местами содержание талька достигает 50-70%. Содержание хлорита составляет 5-10%, сульфидов 1-2%. Арсениды никеля составляют приблизительно 0.3% породы, хромит - менее 1% породы. Размерность частиц талька составляет 0.05-0.2 мм. Месторождение начало отрабатываться на тальк и никель с 1980 г.

3.3.2. Швеция

Швеция является старейшей, самой большой и богатейшей по обеспеченности минеральными ресурсами территорией Балтийского щита, сложенной метаморфическими породами от архейского до палеопротерозойского возрастов.

Территория Швеции включает хорошо известный рудный район Берслаген и экономически важные районы Шеллефте и Норботтен, а также район Южной Швеции.

Меньшая часть самых крайних территорий на юге и юго-востоке Швеции перекрыта фанерозойскими платформенными отложениями, представленными в основном осадочными породами. Однако каледониды, представленные породами от протерозойских до раннефанерозойских, надвинутые на породы Балтийского щита в силуре, представляют другую очень важную металлогеническую провинцию в Швеции. Здесь рудоносные структуры приурочены к линии пояса и включают медно-цинковые массивные сульфидные месторождения и свинцово-цинковые месторождения в песчаниках вдоль восточной части пояса.

Южная часть Швеции включает три главных рудных района, в том числе Берслаген, занимающий площадь 50 тыс. км^2, с центром приуроченным к озеру Мёлаген. Он в основном специализирован на небольшие месторождения с высокими содержаниями железа, меди, цинка и благородных металлов. В геологическом строении района принимают участие граниты, вмещаемые супракрустальными породами, метаосадочного и метавулканического состава, датируемые в 1900 млн. лет, которые собственно и вмещают рудную минерализацию района. В районе развиты преимущественно породы вулканического происхождения, включая лавы, туфы и редко зеленые сланцы, переслаивающиеся с известковыми метаосадочными породами. Основные рудные тела, залегающие в поясе приблизительно в 100 км западнее Упсалы, приурочены к различным, но широко развитым горизонтам мелкозернистых кислых

вулканитов (известных как лептиты), хотя и известковые породы также вмещают скарновые месторождения на границах с интрузивными массивами.

По типу вулканогенно-осадочных пород, вмещающих рудную минерализацию, Берслаген может быть разделен на ряд подрайонов. Это Сульфидный район Фалун-Гарпенберг-Сала, известный своими медно-цинково-серебряными месторождениями; районы восточной и западной Лудвики, специализированные на железные руды; и изолированный от других территорий Южный район, в пределах которого расположено цинковое месторождения Цинкгруван. Кроме того, здесь добывается значительное количество магнезита, свинца, никеля, вольфрама, полевого шпата, барита, флюорита, графита и талька.

В районе Шеллефте известно более 100 значительных месторождений полиметаллов и благородных металлов и поскольку интенсивное исследование района началось лишь в первой половине 20-го века, здесь еще есть огромные возможности для открытия новых месторождений. В основном в районе развиты докембрийские супракрустальные породы и породы однородной островной дуги, окруженные гранитами и гнейсами. Хотя район известен своими месторождениями полиметаллов, в пределах района известны также такие месторождения как Холмьчёрн (Holmchern) и Болиден (Boliden), открытые в 1920 г., с высокими содержаниями золота, а также недавно открытые месторождения золота Бьёркдал (Björkdal), Акерберг (Åkerberg).

Расположенный в северной части страны, район Норботтен является одним из наиболее значимых железорудных районов в Европе. В районе функционируют такие рудники на железо как Кируна (Kiruna) и Мальбергет (Malmberget) и рудник Аитик (Aitik), специализированный в основном на медь. Зеленосланцевый пояс района, занимающий значительную площадь восточного Норботтена, считается потенциальным на открытие месторождений мирового класса. А отложения щита - перспективны на обнаружение алмазов.

Район Емтланд-Вестерннорланд (Вестернботтен) – один из наименее изученных районов Швеции. Коренные породы представлены в районе супракрустальными и изверженными породами на востоке, более молодыми платформенными отложениями в центральной части и надвинутыми каледонскими породами на западе. Главная зона деформации (shear zone) вмещает интересные месторождения и рудопроявления в ее различных частях.

Черные металлы

Железные руды

Железные руды на территории Швеции разрабатываются со средних веков (XIII в.), и еще в середине XX века Швеция оставалась главным поставщиком железной руды для всей черной металлургии Западной Европы. Интенсификация геологоразведочных работ на железные руды в мире в 1950-1960-ых гг. привела к выявлению и последующей крупномасштабной открытой разработке месторождений в Африке, Канаде, Индии, позже – в Австралии и Бразилии. Тем не менее, стремительный рост потребления железных руд позволил Швеции к началу 1970-ых увеличить экспорт. Произошло также расширение и внутреннего рынка, вследствие чего среднегодовая продукция в 1970-74 гг. превысила 40 млн. т железной руды.

Кризис 1975 года в мировой железорудной отрасли вызвал сокращение поставок ведущей шведской компании LKAB почти на 10 млн. т руды и привел к закрытию подавляющего большинства железных рудников в Центральной Швеции. Одновременно производители стали в ЕЭС повысили требования к качеству руды, жестко лимитируя концентрации фосфора и щелочей, что создало дополнительные трудности для шведских поставщиков, половина запасов железных руд которых представлена высокофосфористыми разновидностями. После некоторого улучшения рынка в 1979-1980 гг. произошло его дальнейшее падение, и к 1983 году производство железорудной продукции в Швеции упало до объемов 1950-ых гг. В последующие годы оно стабилизировалось на уровне примерно 18 млн. т в год с небольшим ростом в 1990-х годах до 19-20 млн. т.

По состоянию на 1.01.1999 г. общие запасы железных руд Швеции оцениваются в 7800 млн. т (2.1% общемировых), подтвержденные – 3500 млн. т (1.8%) при среднем содержании Fe 53%. Швеция экспортирует ежегодно 15.5-18 млн. т руды, концентратов и окатышей, занимая 6-ое место среди стран-экспортеров; ее доля в общемировом экспорте железорудной продукции составляла 4.4-4.7% в начале 1990-ых гг. и 3.7-3.9% на рубеже нового тысячелетия (притом, что на Австралию и Бразилию приходится около 63%).

На территории Швеции большинство месторождений железа, в том числе все эксплуатируемые в настоящее время, сконцентрированы в двух районах – Бергслаген (Центральная Швеция) и Норботтен.

В рудном районе Бергслаген месторождения апатитсодержащих железных руд приурочены к узкой полосе длиной 40 км, протягивающейся в север-северо-восточном направлении от Гренгесберге до Идкербергета. На долю трех из них – Гренгесберг (Grängesberg), Блетберget (Blötberget) и Идкербергет (Idkerberget) – приходится 40% всех запасов Бергслагена. Примерно в 20 км юго-восточнее этой полосы располагается

пояс Нора-Стросса-Ридхюттан-Норберг длиной 100 км, вмещающий около 30% запасов железных руд. Остальные рудные месторождения железа рассеяны по всему рудному району. Если в 1960-ых годах здесь действовало более 50 железорудных рудников с общей продукцией около 6 млн. т, а к началу 1970-ых – 27 рудников (9 млн. т), то после кризиса 1975-1983 гг. в Бергслагене производство сохранилось лишь на принадлежащих государственной компании SSAB рудниках Гренгесберг (Grängsberg) и Даннемора (Dannemora). На первом из них с 1983 г. производятся железные гранулы (1 млн. т в год), в Даннеморе повышено качество концентрата за счет снижения содержаний марганца и шлаковой составляющей. Около 40% продукции SSAB, составлявшей в 1980-ые годы 1.5-2 млн. т в год, поступало на сталеплавильный завод в Окселунде, остальная продукция экспортировалась.

Крупнейшее в Центральной Швеции железорудное месторождение Гренгесберг занимает общую площадь 90 тыс. $м^2$, из которых 55 тыс. $м^2$ приходится на основное рудное тело Экспорт, имеющее протяженность 1000 м при мощности 20-90 м. Погружается рудное тело на юго-юго-восток под углом $55\text{-}70^0$. Внутри рудного тела наблюдаются многочисленные мелкие включения лептитов, многие из которых представляют собой более молодые, чем руда и вмещающие породы, дайки, но относятся они также к лептитовой группе. Центральная часть рудного тела главным образом состоит из магнетитовой руды, но на отдельных участках преобладает гематит. Основные жильные минералы представлены апатитом и кварцем, в меньших количествах присутствуют актинолит, роговая обманка и слюда. В среднем в руде содержится 60% Fe и около 1% P. Вмещающие породы, как и на остальных месторождениях апатитсодержащих железных руд, представлены серыми натровыми лептитами. В 1973 г. из рудного тела Экспорт получено 2.5 млн. т Fe, 40 тыс. т P. Руда содержала 59.4% Fe, 0.89% P, 0.12% Mn. В связи с необходимостью снижения содержания фосфора в руде с 1975 г. на руднике Гренсбергет действует апатитовая обогатительная фабрика. Апатитовый концентрат извлекается флотацией с последующей магнитной сепарацией для очистки от магнетита и дополнительной флотацией для очистки от гематита. Схема позволяет получать концентрат с 38.5-39% P_2O_5 и 1.54% Fe. В 1980-85 гг. годовой выпуск апатитового концентрата составлял около 100 тыс. т. Извлекаемые запасы P_2O_5 на месторождении оценены в 4.65 млн. т.

Месторождение Даннемора (находится в 40 км к северо-северо-востоку от г. Упсала. Железорудные залежи приурочены к слабо измененным вулканогенно-осадочным сериям геллефлинтов и известняков. Рудное поле имеет протяженность около 3 км, его северная часть прослежена до глубины 1150 м; общая его площадь

примерно 12 тыс.м^2. На поверхности рудные тела имеют субвертикальное падение, но с глубиной они значительно выполаживаются. Они сложены тонкозернистой магнетитовой рудой, обычно окруженной скарнами; в составе последних преобладает даннеморит, которому подчинены кнебелит, пироксен, гранат, актинолит.

К 1974 году общая продукция рудника Даннемора составила 12.8 млн. т руды, содержащей 36-50% железа, 0.003% фосфора, 0.03% серы и 3% марганца.

Большинство железорудных месторождений рудного района Норботен расположено в пределах пояса супракрустальных пород шириной 100 км, простирающегося на 200 км от каледонских отложений на западе до границы с Финляндией на востоке. На Мальмберget (Malmberget) кустарные разработки железной руды начались еще в XVII в., но крупномасштабная добыча стала возможной лишь после строительства в 1886 г. железной дороги Лулео – Елливаре, продолженной в дальнейшем до г. Кируна и порта Нарвик (Норвегия). Наряду с расширением добычных работ в Мальмберget в 1901 г. была начата разработка огромного месторождения Кирунавара, через год – расположенного вблизи него месторождения Туоллувара. Следующее расширение фронта эксплуатационных работ в Норботтене произошло в середине 1960-ых годов, когда в разработку были вовлечены месторождения Левеениеми и рудные тела участка Пер Гейер района Кируны. К 1975 году общая продукция LKAB превысила уровень 30 млн. т в год, с начала эксплуатации всего было добыто более 760 млн. т железной руды, в т.ч. на Кирунаваре 486 млн. т, Мальмбергете – 219 млн. т. После кризиса 1975-1983 гг. добываются преимущественно низкофосфористые руды на двух рудниках – Кируна и Мальмберget в объеме 18-20 млн. т в год. Общая добыча железных руд в районе Норботтен к 2001 г. оценивается не менее чем в 1300 млн. т.

В Северной Швеции можно выделить два типа железных руд: главный – железные руды типа Кируны и осадочные (полосчатые) или осадочно-метаморфогенные (скарновые) железные руды. Последние не имеют промышленного значения, их общие запасы не превышают 100 млн. т, разрабатывалось лишь одно месторождение этого типа – Юносуанда (25-30% Fe) в X1X веке.

Руды типа Кируна имеют возраст 1.85-1.8 млрд. лет и связаны с вулканическими породами комплекса Кируна-Арвидсъяур. Они характеризуются значительными колебаниями состава, присутствием в качестве основного рудного минерала магнетита с различными количествами гематита. Апатит, как правило, равномерно рассеян по всей руде, но иногда он встречается в виде прослоев. Концентрация его сильно меняется, в соответствии с чем выделяются высокофосфористые (более 3.5% P_2O_5 или

8.5% апатита) и низкофосфористые (менее 1.0% P_2O_5). Наиболее высокое содержание апатита (9-12% P_2O_5 или 23-25% апатита) характерно для магнетит-гематитовых и гематитовых руд типа Пер Гейер и Хауки.

Месторождение Кируна (Kiruna) известно с 1736 года, но разрабатывается компанией LKAB лишь с начала XX века. Вначале отработка производилась карьерами, но в связи с крутым падением рудных тел вскоре сменилась подземной. На месторождении за прошедшие 100 лет добыто более 800 млн. т руды, в последние годы продукция составляла около 20 млн. т в год. Благодаря усовершенствованию технологии переработки руды, фабрика на Кируне выпускает самые высококачественные железные окатыши, пользующиеся большим спросом.

Железорудные залежи месторождения Кирунавара и Луоссавара имеют стратиформный характер и залегают в средней части разреза осадочно-вулканогенной толщи на несогласной границе кератофиров и кварцевых кератофиров. Оба рудных тела приурочены к несогласному контакту между кератофировым комплексом и кварцевыми кератофирами. По простиранию между этими залежами имеется разрыв в несколько сотен м. Рудные тела сложены в основном магнетитом с небольшим количеством апатита и актинолитового амфибола. Руда рудного тела Кируновара следует контакту между кератофирами и перекрывающими их кварцевыми кератофирами. Руда в целом имеет резкие контакты с вмещающими породами, но иногда кератофиры брекчированы в результате внедрения рудных даек. Рудное тело имеет длину около 4000 м при мощности 20-200 м, оно прослежено на глубину не менее чем 1500 м. Площадь оруденения составляет 350 тыс. $м^2$. По содержанию фосфатов руда может быть разделена на несколько сортов, из которых два являются наиболее важными: руда B с 67% Fe, 0,02% P и руда D с 59%Fe, 2% P. Рудное тело Луоссавара имеет длину 1200 м, его мощность 23 м. Площадь его составляет 20 000 $м^2$. Руда Луоссавара богаче титаном, но беднее апатитом; здесь основные типы руд B с 64% Fe, 0,05% P и D с примерно 60% Fe, 1,6% P. Вдоль лежачего бока рудного тела встречается рудная брекчия, площадь которой составляет 10 тыс. $м^2$ с содержаниями 35% Fe, 0,03% P. Основной рудный минерал на месторождении Кируна – магнетит, имеется и гематит, который в обоих рудных телах месторождения образует отдельные тела, заключенные в магнетитовой руде. Главный жильный минерал - фторапатит, второстепенные - тремолит-актинолит, кальцит, диопсид, биотит. Сульфиды редки. Запасы железных руд залежи Кирунавара составляют 2.6 млрд. т при средних содержаниях Fe 60%, P 0.8%; залежи Луоссовара – 37 млн. т с 60% Fe и 1.6% P.

На площади Кируна, в 4 км восточнее Кируны, имеется месторождение апатитсодержащих железных руд Туолловара, представленных рудой типа А с 66% Fe и менее 0,03% P и рудой типа D с 61% Fe и более 0,8% P. Месторождение эксплуатировалось в 1902-1974 гг., общая продукция составила 21 млн. т руды. Начальные запасы месторождения 43 млн. т железной руды с 60% Fe и 0.8% P.

В 40 км к юго-юго-востоку от Кируны расположена площадь Сваппавара, в пределах которой имеется ряд железорудных месторождений, крупнейшим из которых является месторождение Левеениеми. Рудная залежь залегает в лептитах (рассланцованных сиенит-порфирах) и сечется мелкими разноориентированными сбросами. Рудные тела различного размера и формы, состоят из магнетита и небольшого количества гематита. Содержание фосфора в руде местами достигает 3%, но в среднем - 0.4%. Эксплуатация месторождения началась с 1964 г., и за 10 лет было добыто около 50 млн. т руды, в том числе в 1974 г. – 12.8 млн. т руды с 63% Fe. Запасы месторождения до разработки оценивались в 300 млн. т с 60% Fe, 0.4% P.

Рудное поле Елливаре, расположенное примерно в 75 км к юго-юго-востоку от Кируны, вмещает второе по запасам месторождение железных руд в Швеции Мальмбергет (Malmberget), которое уступает только Кируне. Эксплуатационные работы на месторождении в крупном масштабе были начаты в 1888 г., общая продукция превысила 400 млн. т железной руды.

В целом площади Кируны и Елливаре довольно схожи, только вмещающие породы площади Елливаре более интенсивно изменены. Руда образует прослои в вулканических породах, почти полностью измененных до гнейсов. Весь комплекс пород сильно смят в складки с осями, погружающимися на юг-юго-запад под углом 45^0. Рудное поле Мальмбергет сложено несколькими волнообразными пластовыми залежами руды. Выделяется Главная рудная зона (Стора-Мальмбергет), имеющая длину 6,5 км, к которой относится большинство рудных тел. Восточнее ее располагаются рудные тела Денневитс, а юго-западнее - Каптенслагрет (Капитанская зона). Руды месторождения представлены в основном магнетитом, но в западной части Главной рудной зоны имеются значительные количества гематита. Рудные тела ориентированы параллельно складчатости. Главный жильный минерал месторождения – апатит, образующий прослои в руде. Суммарная площадь рудных тел месторождения Мальмбергет составляет 185 тыс. $м^2$, запасы руды равны 660 млн. т с содержанием железа 65%.

Вопросы генезиса железорудных месторождений района Кируна обсуждались широким кругом исследователей, начиная с 1930-ых годов. Были предложены гипотезы

осадочного, магматического, эксгаляционно-осадочного и т.д. происхождения руд; в последнее время наиболее широкое признание получили представления о гидротермальном генезисе, как месторождений Северной Швеции, так и их аналогов в других странах. Выделяется особый класс крупных окисножелезо-Cu-U-Au-REE месторождений, включающий наряду с Кируной месторождения Олимпик Дам (Ю.Австралия), Байян Обо (Вн. Монголия, КНР), железорудного района Юго-Восточного Миссури (США) и др. Следует отметить, что в районе Норботтен при резком преобладании в рудах оксидов железа встречаются и проявления медного оруденения. Так, на площади Сваппавара из рудного тела с запасами 74 млн. т при среднем содержании 55% Fe в начале XVIII века карьером было добыто 845 т халькопирит-борнитовой руды. В 45 км западнее Кируны в месторождении Чорройокка запасы железной руды составляют 68 млн. т с 45% Fe, а медной – 3.2 млн. т с 0.4% Cu. Известно также, что все железные руды месторождений района Кируна характеризуются повышенными концентрациями лантаноидов.

Марганцевые руды

Месторождения марганца в Швеции встречаются практически во всех рудных районах Швеции, но только некоторые из них заслуживают упоминания (месторождения Бёлет (Bölet) и Спексерюде (Spexerud) в Южной Швеции и месторождение Лонгбан (Långban) в Берслагене).

Месторождения марганца Бёлет и Спексерюде расположены в грабене, ограниченном сбросами, простирающимися в широтном направлении. Сбросы секут граниты, к которым и приурочена минерализация марганца. На обоих месторождениях марганцевые минералы встречаются в виде выполнений в жилах и брекчиях. На месторождении Бёлет марганцевая минерализация наблюдается вдоль плоскостей сбросов на протяжении 800 м. Мощность руды достигает нескольких метров. Рудные минералы - манганит и пиролюзит. Последние сопровождаются кальцитом, кварцем, баритом и флюоритом. Месторождение разрабатывалось с 1833 по 1895 гг., а также во время обеих мировых войн. Всего было добыто 50 тыс. т руды, содержащей 15 тыс. т марганца. Минерализация на месторождении Спексерюде приурочена к двухкилометровой зоне, ограниченной сбросами. Сбросы прослеживаются в виде зон брекчирования и милонитизации. Марганцевые минералы - браунит, манганит, пиролюзит, с которыми ассоциируются кальцит, кварц, халцедон. Добыча руд на месторождении осуществлялась с 1931 по 1935 гг.

и с 1942 по 1946 гг. Всего было добыто 134 тыс. т руды, содержащей около 5500 т марганца.

В Берслагене известно железо-марганцевое месторождение Лонгбан. Месторождение представлено телами гематит-магнетитовых и браунит-гаусманитовых руд в доломитах, залегающих в верхней части калиевых лептитов. В железных рудах содержание марганца редко превышает 2%, а в марганцевых содержание железа, как правило, ниже 2%. В руде присутствуют карбонаты и силикаты марганца и минерала, содержащие бериллий, титан, ванадий, бор, фосфор, хлор, фтор, свинец, мышьяк, сурьму и пр. Добыча марганцевых и железных руд прекратилась в 1959 г. В высокосортных марганцевых рудах содержалось 38% Mn, во второсортных - 28%, а в кальций-марганцевых - 12-19%. Содержание Fe в железной руде составляло около 60%.

Цветные металлы

Никель

Месторождения никеля в Швеции приурочены в основном к докембрию. Известно более тридцати месторождений и проявлений никеля в Швеции. Большая часть месторождений сосредоточена в Шеллефте, несколько меньшее количество месторождений имеется в районах Берслаген и Норботтен.

Все месторождения Швеции можно разделить на две большие группы: 1. группа месторождений, связанных с основными породами и 2. группа месторождений, связанных с ультраосновными породами (см. табл.).

Наибольшее количество месторождений в основных породах расположено в небольших габброидных телах и дайках долеритов в Свекокарельском орогенном поясе, имеющем возраст 1800-2000 млн. л. Запасы никеля в них малы или очень малы.

Наиболее известным месторождением никеля в габброидах является Лаинияур (Lainijaur). В период 1941-1945 гг. компанией Boliden Miner. на нем было добыто 100.5 тыс. т руды со средним содержанием 2.20% Ni, 0.93% Cu, 0.1% Co, что составило около половины всей никелевой продукции Швеции к этому моменту. Материнской интрузией является дайка габбро-норитов северо-восточного простирания, по восстанию переходящая в силл и образующая факолитообразное тело. В последнем кварцевые габбро и кварцевые диориты перекрываются габбро-норитами без каких-либо резких контактов. На месторождении развиты следующие типы сульфидной минерализации: бедные вкрапленные руды в габбро-норитах, массивные руды в подошвенной части факолита и никель-арсенидные жилы.

В Центральном районе (Берслаген) наиболее значимое месторождение Слёттберг (Slättberg). Никель был обнаружен в 1817 г., отрабатывалось месторождение периодически с 1851 по 1943 гг. За этот период добыто не менее 20 тыс. т медно-никелевой руды. Рудная минерализация связана с габброидной дайкой, субширотного простирания протяженностью 1600 м и мощностью 3-6 м в свекокарельских синкинематических гранитах. Массивные руды приурочены в основном к зоне мощностью 1.2-4.5 м в центральной части дайки, но местами отмечаются и на контакте. Для вмещающих пород обычны вкрапленные руды. Рудные минералы - пирит, пирротин, халькопирит и пентландит. Согласно официальным данным, руды содержали 1-2% Ni.

В начале 1970-х годов сульфидные никелевые месторождения ультрамафитовой ассоциации, прежде неизвестные в Швеции, были открыты в протерозойских породах на площади Вестерботтен (рудный район Шеллефте), в Северной Швеции. Большая часть месторождений связана с ультраосновными породами в метаосадках. Они близки к свекакарельским медно-никелевым месторождениям Центральной и Южной Финляндии и, очевидно, принадлежат к той же металлогенической провинции.

Район Вестерботтен сложен, в основном, докембрийскими образованиями, в возрастных границах свекакарельского орогенного этапа - 2500-1800 млн. лет. Медно-никелевые месторождения встречаются в северной части обширного осадочного бассейна, который включает в себя центральный Норланд и продолжается в Центральную Финляндию. Месторождения данной площади приурочены к двум различным геологическим средам. Наибольший интерес представляет группа месторождений, связанных с ультраосновными породами. Другие месторождения, связанные с габброидными дайками и другими основными породами, являются менее интересными (закрытый рудник Лаинийяур, месторождение Сторбодсунд (Storbodsund) и др.). Наиболее значимое месторождение из вышеприведенных - отработанное ныне месторождение Лаинияур, руды которого содержали самые высокие концентрации никельсодержащих сульфидов в шведской части щита. На руднике в период с 1941 по 1945 гг. было добыто 100526 т руды при средних содержаниях Ni-2,20%, Cu-0,93%, Co-0,1%.

На площади Вестерботтен более половины проявлений минерализации никеля в районе были проверены бурением. Некоторые из них имеют запасы от 0,5 до 1,5 млн. т руды с содержанием никеля в них более 0,8%, что доказывает значительный потенциал площади на никель. Самыми крупными в этом районе являются месторождения Лаппваттнет (Lappvattnet) и Рёрмирбергет.

Месторождение Лаппваттнет разведывалось с 1972 по 1982 гг. В противоположность большинству медно-никелевым месторождениям района, рудная минерализация месторождения связано как с ультраосновными породами, так и с гнейсами. Из ультрамафитов наиболее характерными являются метаперидотиты, метапикриты. Рудное тело имеет плитообразную форму и залегает согласно с вмещающими гнейсами; в западной части оно расщепляется на две части, охватывая небольшое тело ультамафитов. При бортовом содержании Ni 0.4% рудная плита имеет параметры 620 м длины, 1-10 м мощности. Протяженность по падению от 40 м на западе до 210 м на востоке. Бедная рудная минерализация продолжается еще на 130 м по простиранию тела к западу. Медно-никелевая минерализация месторождения представлена тремя типами: вкрапленная в ультраосновных породах, вкрапленная в гнейсах и рудные брекчии в гнейсах и в ультамафитах. Рудные минералы: пентландит, пирротин, пирит, халькопирит; в акцессорных количествах встречаются маккинавит, сфалерит, герсдорфит, молибденит, никкелин, серебряный пентландит и хромит.

Месторождение Рёрмирберге т (Rörmyrberget) является наиболее крупным по запасам бедных никелевых руд в районе Вестерботтен. Буровые работы на нем проводились с 1979 по 1982 гг. Вмещающая рудную минерализацию ультрамафитовая интрузия представляет собой дифференцированный многофазный сил размерами 1700 х 320м. Простирание сила с востока на запад, падение от субвертикального до 60^0 к югу. Интрузия расслоена и представлена в основном метапикритами, в меньшей мере – габброидами. В основании обычны серпентиниты. Рудная вкрапленность развита в некоторых слоях силла, а также в секущих зонах дробления. Изредка встречаются рудные брекчии. На месторождении выделено 10 рудных тел при борте Ni 0.6%. Они вмещают от 140 до 4100 т никеля при содержании его в руде 0.6 – 1.5%. При снижении бортового содержания до 0.4%, запасы никеля в самом крупном теле возрастают до 7 тыс. т. Произведенные анализы на платиноиды показали содержание Pt 3.6 г/т, Pd 7.3г/т. Запасы руды на месторождении составляют 4 млн. т со средними содержаниями Ni-0.6%, Cu-0.06%. Несмотря на большие запасы, рудные тела слишком разбросаны, чтобы представлять экономический интерес.

Площадь Вестернботтенн характеризуется значительными потенциальными ресурсами никеля, кобальта, золота, серебра и элементов платиновой группы, связанными с телами перидотитов и серпентинитов. Эти породы обычно содержат 0,2-0,3% Ni. Исследования обогатимости таких минерализованных пород показали хороший результат – содержания никеля в концентрате достигают 45%. Это позволяет рассматривать их в качестве потенциального минерального сырья в будущем.

Ниже приведена таблица основных никелевых месторождений Швеции.

Таблица

Название месторождения	Геологический район	Тип интрузии	Запасы металла, т		Содержания металлов, %			
			Ni	Cu	Ni	Co	Cu	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лаинияур (Lainijaur)	Шеллефте	Основная дайка	4100	2800	2.2	0.13	1.0	23.0
Рислиден (Risliden)	Шеллефте	Ультраосновной сил	3900	1500	0.71	0.03-0.05	0.26	4.9-7.9
Лаппваттнет (Lappvattnet)	Шеллефте	Ультраосновные линзы и кластические руды в парагнейсах	11000	2300	1.0	0.02	0.21	4.4
Мьёваттнет (Mjövattnet)	Шеллефте	Ультраосновные линзы и кластические руды в парагнейсах	3000	450	1.4	0.015	0.21	5.1
Рёрмирбергет (Rörmyrberget)	Шеллефте	Дифференцированный многофазный сил	24000	2400	0.6	0.01-0.03	0.06	0.7-4.8
Слёттберг (Slättberg)	Берслаген	Долеритовая дайка в свекакарельских гранитах	4000	3500	0.6-0.7	0.07	0.5-0.6	18.0-27.5

Медь

Медные проявления в Швеции сосредоточены в основном в следующих рудных районах: Берслаген, Южная Швеция, Норботтен, Шеллефте.

Несмотря на то, что с докембрием Норботтена связано значительное количество месторождений, разработка только некоторых из них считается экономически выгодной. В последние годы на площади Кируна отрабатывалось месторождение Вискария (Viscaria), открытое в 1972 г. Оруденение прослежено в меридиональном направлении на 3.5 км, причем более высококачественные руды приурочены к флангам минерализованной зоны и разделены 500-м интервалом сравнительно низкосортной руды. Падение рудной зоны до глубины 200 м к востоку под $70\text{-}80^0$, на больших глубинах она выполаживается до 40^0 при одновременном повышении качества руды (в отдельных пересечениях до 4-5% Cu). Промышленные запасы приурочены к вулканогенно-осадочной пачке мощностью 30 м, сложенной туффитами, альбитовыми туфами, меденосными черными сланцами и известняками. Последние включают магнетитовые и медные руды с 3-6% Cu. Мощность рудного тела 5-30 м, средняя – 10 м. Единственный промышленный рудный минерал халькопирит, встречаются также сфалерит (до 0.5% Zn), пирротин, пирит. Содержание Au 0.05 г/т, Ag – 2-5 г/т. Вмещающие – зеленокаменные породы, переслаивающиеся с кристаллическими сланцами и карбонатными отложениями. Запасы месторождения составляли 13 (по другим данным 25) млн. тонн руды со средним содержанием меди 2%. С 1982 г. ежегодно компанией Viscaria AB добывалось 600 тыс. т руды. На обогатительной фабрике флотацией из нее вырабатывался концентрат с 25% Cu при извлечении 92%, который отгружался на металлургический завод Boliden AB в Роннскаре и на завод Outokumpu Oy в Харьявалта. К концу 1990-ых годов месторождение было полностью отработано.

Крупнейшим месторождением меди в рудном районе Норботтен (площадь Елливаре) и в Швеции является месторождение Аитик (Aitik). Оно является одним из крупнейших месторождений меди в Европе. Месторождение было открыто в 1930 г. и отрабатывается открытым способом компанией Boliden AB с 1968 года. На руднике Аитик добывается ежегодно около 18 млн. тонн руды со средним содержанием меди 0.4%. Приблизительно 200 тыс. т концентрата (28.5% Cu) перевозится по железной дороге на перерабатывающую фабрику в Роннскар. Из концентрата ежегодно извлекается приблизительно 55 тыс. т меди, 1.5 т золота и 45 т серебра. Полная отработка месторождения ожидается в 2012 г.

Месторождение Аитик расположено примерно в 1,5 км восточнее пос. Елливаре. Зона медной минерализации залегает на западном фланге антиформной структуры, сложенной серией серицитовых сланцев, кварцитов, биотит-амфиболовых гнейсов со шлирами скарнов. В целом и минерализованная зона, и рудное тело падают на запад

под углом 45^0 с простиранием СЗ $10\text{-}20^0$. Падение лежачего бока круче, чем висячего (с глубиной последний выполаживается до 35^0). Минерализованная зона на площади имеет длину около 3 км и ширину 400 м. Длина рудного тела 2000 м, мощность 50-200 м. Общая площадь оруденения – 220 тыс. $м^2$ при бортовом содержании 0.32% меди и среднем 0.5%. Рудное тело разведано буровыми скважинами на глубину более 600 м. На северном фланге оно погружается к СВ под углом $25\text{-}30^0$, здесь оруденение вскрыто бурением на глубинах более 600 м; в центральной части рудное тело залегает субгоризонтально, на южном фланге снова погружается под углом 20^0. На месторождении можно выделить несколько типов руд: 1) вкрапленный тип в биотитовых, серицитовых сланцах, кварцитах и биотитовых гнейсах; 2) халькопирит-пиритовые руды в кварцевых жилах, скарновых шлирах и прожилках; 3) вкрапленность в красных микроклиновых гнейсах. Содержание меди очень изменчиво, встречаются зоны мощностью в десятки метров с концентрациями выше 1% Cu. Наиболее богатые руды расположены между центром и висячим боком рудного тела. Единственный рудный минерал, представляющий промышленный интерес - халькопирит. Второстепенные - пирит, магнетит, пирротин, малахит, халькозин и борнит. Местами встречаются сфалерит, галенит, арсенопирит. Серебро в руде связано с небольшими включениями блеклой руды в халькозине. Встречаются ильменит с магнетитом и гаусманитом, уранинит, шеелит и молибденит в виде отдельных зерен в пегматитах. Качество руды с глубиной не меняется. Обычные жильные минералы - кварц, барит, иногда присутствуют флюорит и кальцит. В пределах рудной зоны встречаются турмалин, скаполит и апатит. Из скарновых минералов присутствуют - роговая обманка, биотит, эпидот. Серицит сопровождает рудную минерализацию, особенно в висячем боку.

Запасы месторождения Аитик подсчитаны по бортовому содержанию 0.22% Cu, они составляют 400 млн. т руды со средним содержанием 0.4% Cu, 0.3 г/т Au, 4 г/т Ag; это одни из наиболее низкокачественных медных руд из числа разрабатывающихся.

В рудном районе Шеллефте имеются месторождения, в которых медь является превалирующим элементом (месторождение Окулла-Вестра (Å kulla Vestra), либо она может извлекаться наряду с цинком и свинцом (месторождения Ренстрём (Renström), Петикнас (Petiknäs), Неслиден (Näsliden), Кристенеберг (Kristeneberg), Реккейяур (Rakkejaur)). Месторождение Окулла-Вестра разрабатывалось с 1947 по 1957 гг., в течение которых было добыто 980 тыс. т руды с 1% Cu. Рудное тело имело длину 155 м при мощности до 20 м и распространялось до глубины 140 м. Массивная тонкозернистая руда характеризовалась необычайно высоким содержанием пирита

(34% S); кроме халькопирита редко встречался сфалерит. В последние десятилетия разрабатывалось расположенное поблизости месторождение Окулла-Эстра (Å kulla Östra) с запасами руды 1.5 млн. т и производительностью рудника 130 тыс. т.

В рудном районе Бергслаген медь присутствует в основном в полиметаллических месторождениях (Фалун (Falun), Свердшё, Кальвбеккен (Kalvbäcken), Кавельторп (Kaveltorp)), где ее средние содержания в руде обычно не превышают 0,7%.

Медные месторождения Южной Швеции имеют небольшие размеры, вкрапленный или жильно-вкрапленный тип минерализации, и к настоящему моменты большинство из них выработано.

Цинк, свинец.

В пределах Швеции сульфидные месторождения, являющиеся основным источником добычи меди, цинка и свинца, встречаются во всех рудных районах.

В рудном районе Берслаген они подразделяются на два главных типа - тип Фалун и тип Оммеберг. Сульфидные руды типа Фалун характеризуются комплексным минеральным составом, часто включающим различные сульфидные минералы. Иногда преобладает пирит, а иногда минералы свинца и цинка. С сульфидными рудами типа Фалун ассоциируют серебряные руды с низким содержанием сульфидных минералов, которые могут рассматриваться как заключительная стадии сложного процесса рудообразования.

Сульфидные руды типа Оммеберг представляют собой цинковые руды в осадочно-вулканических породах. В этих слоистых богатых карбонатами рудах и ассоциирующих с ними породах часто очень хорошо сохранились первичные текстуры. Как тонкие, так и мощные слои, а также вся рудная зона в целом характеризуется значительным литологическим постоянством.

В пределах рудного района Берслаген сульфидные месторождения типа Фалун встречены почти на всех рудных площадях, но большая часть месторождений данного типа сконцентрирована в сульфидном поясе Фалун-Гарпенберг-Сала. Месторождения данного типа, как правило, приурочены к зоне распространения лептитов и залегают в самих лептитах, карбонатных породах, реже кристаллических и слюдяных сланцах, рудных кварцитах. Комплексные сульфидные руды отличаются многообразием текстурных особенностей, в основном это массивные и вкрапленные, реже брекчиевые и шаровые типы руд. Структурный контроль месторождений связан со складчатостью. В основном это антиклинальные складки второго порядка и складки волочения. Основные рудные минералы месторождений данного типа включают пирит, пирротин, галенит, сфалерит, халькопирит, реже магнетит, гематит. Руды содержат до

1.4 % Cu, 1-6.8% Zn, 0-6% Pb. Часть месторождений содержит золото (до 1.0 г/т) и серебро (до 111 г/т).

Наиболее крупным и известным с XI века месторождением сульфидного пояса Фалун-Гарпенберг-Сала является Фалун (Falun). В течение нескольких столетий рудник Фалун занимал ведущее место в Европе по добыче меди. С середины XIII века на месторождении добыто 400 тыс. т меди. В 1973 г. было добыто 371 638 т руды и вынуто 172 961 т пустых пород, а общая добыча за период с начала XX века превысила 6 млн. т руды. Осуществленная в прошлом подземная добыча привела к обширному оседанию поверхности и появлению нескольких больших карьеров глубиной до 95 м и площадью до 50 тыс. $м^2$. В последнее время из руды производились пиритовые концентраты и в меньшей мере концентраты Zn, Pb,Cu.

Месторождение приурочено к зоне протяженностью 15 км в зоне лептитов, где они изменены до слюдяных сланцев и рудных кварцитов. Структурный контроль оруденения связан со складками волочения, к которым приурочены сульфидные залежи Фалун, Шютт и, возможно, Аспан. Залежь Фалун включает три рудных тела, наибольшее из которых выклинивается на горизонте 332 м, к юго-востоку от него, на большей глубине, два небольших рудных тела достигают горизонта 500 м. Как правило, рудные зоны окружены рудной глинкой мощностью 1-2 и более м. Она состоит их биотита, хлорита, талька, амфибола, кордиерита, андалузита и альмандина. На месторождении отмечено 3 типа руд: массивная комплексная руда, вкрапленная (включения и прожилки в рудном кварците), скёль (жильная глинка - вкрапления и прожилки). Массивная руда состоит главным образом из массивного пирита со значительными содержаниями меди или свинца и цинка. Вкрапленная руда представляет собой включения и прожилки халькопирита в рудном кварците и содержит также золото, особенно в восточной части рудного поля. Жильная глинка состоит из вкраплений и прожилков халькопирита, пирита, пирротина, сфалерита, галенита. Из нерудных минералов на месторождении распространен кварц, который местами образует обособленные скопления. Присутствуют также различные скарновые минералы. Общая площадь комплексного оруденения, содержащего 0.7% меди, 5.0 % цинка, 1.7% свинца, 35% серы, достигает 40 тыс. $м^2$. Суммарная площадь других видов оруденения с 2.5% меди, 0.5% цинка, 0.1% свинца и 10% серы составляет 10 тыс. $м^2$. Первоначальные запасы руды на месторождении составляли не менее 35 млн. т.

В пределах рудного поля Гарпенберг-Одаль, имеется одно из крупнейших по запасам комплексных руд месторождение Гарпенберг (Garpenberg). Месторождение отрабатывается двумя подземными рудниками, расположенными приблизительно в

трех км друг от друга - Гарпенберг, на котором производится отработка комплексных руд, включая медь, свинец, цинк, серебро и золото, и Гарпенберг Норра, где в основном добывается цинк и немного свинца, серебра (среднее содержание 200 г/т). Рудник Гарпенберг имеет запасы 22 млн. т руды с содержаниями 4.4% Zn и 3.5% Pb. Доказанные запасы по двум рудникам составляют приблизительно 8 млн. т руды. Разработка месторождения началась в XIV веке. В последние годы компания Boliden AB добывает ежегодно 930 тыс. т руды. Кроме того, на площади Даммсьён, расположенной между этими двумя рудниками, имеются рудные залежи цинка и свинца со значительными содержаниями серебра.

В рудном поясе Фалун-Гарпенберг-Сала расположены и полиметаллические месторождения типа Фалун Свердшё (Svärsjo), Кальвбеккен (Kalvbäcken), Лёвос (Lövas) и месторождение серебра Сала (Sala).

Сульфидные месторождения площади Болиден рудного района Шеллефте располагаются в зоне перехода от кислых вулканитов к осадочным породам (филлитам). Месторождения Лонгселе (Lånsele) (в 5 км к юго-западу от месторождения Болиден (Boliden)) и месторождение Лонгдаль (Långdal) (в 3 км к юго-западу от месторождения Лонгселе) разрабатывались компанией Boliden AB; руды этих месторождений имели пирит-сфалеритовый состав с подчиненными галенитом, халькопиритом и примесью арсенопирита, сульфосолей и близки к типу Фалун района Бергслаген.

Месторождения площади Ренстрём, расположенной к северо-западу от Болиден, включают одно из крупнейших по запасам полиметаллов месторождение Ренстрём (Renström), а также открытое в 1992 г., расположенное рядом месторождение Петикнас (Petiknäs). На базе месторождения с 1952 г. работает рудник Ренстрём компании Boliden AB, на котором в 1973 г. было добыто около 194 тыс. т руды; в последние годы добыча составляет около 175 тыс. т (20 тыс. т Zn, 3.5 тыс. т Pb). На руднике Петикнас добывается ежегодно приблизительно 500 тыс. т руды. Руда транспортируется по 2,5 км тоннелю, расположенному на глубине 800 м, на рудник Ренстрём.

Месторождение Ренстрём включает три группы рудных тел: западную, северную и восточную. Они располагаются вокруг древних даек кварцевых порфиров. Наиболее важная западная группа тел включает в себя два рудных тела – линзу А, прослеженную до глубины 850 м, и линзу В. Рудное тело А – линейное, расположено параллельно слоистости осадочных пород и представлено полимиктовой кластической серией с прослоями кристаллических сланцев и карбонатных пород. Рудное тело В, расположенное к югу от тела А, характеризуется значительно более неправильной

формой и приурочено к зоне сланцеватости и брекчирования. К северной группе тел относится рудное тело Крюгер, оно расположено север-северо-восточнее тела А на другом фланге дайки кварцевых порфиров. Тело Ренстрём-Ист восточной группы тел имеет в отличие от других широтное простирание и погружается на восток под углом 70^0. Первоначально вмещающие породы западной группы тел представляли собой осадочные породы, в дальнейшем измененными до серицит-биотитовых кварцитов с прослоями известняков. Рудные тела А и В сложены мелкозернистой массивной рудой с ярко выраженной полосчатостью. Главные рудные минералы (для западной группы тел) представлены пиритом, халькопиритом, галенитом, пирротином, арсенопиритом, блеклыми рудами, пираргиритом, золотом и другими акцессорными минералами. Восточные рудные тела и тело Крюгер имеют примерно такой же минеральный состав, но руда восточных тел немного ниже по качеству. Ниже существующего рудника, на глубине 1000 м, обнаружена значительная рудная минерализация цинка. Начальные запасы месторождения Ренстрём составляли 9 млн. т руды при среднем качестве 11.7% Zn, 2.0% Pb, 0.9% Cu, 3.9 г/т Au и 184 г/т Ag.

Ряд других месторождений типа Фалун, залегающих в осадочных и осадочно-вулканогенных породах в районе Шеллефте, зачастую приурочен к антиклинориям (Неслиден-Шёдра, Кристинеберг, Реккеяур). Крупнейшим из них является месторождение Кристинеберг (Kristineberg). Месторождение разрабатывается Компанией Boliden AB, которая добывает ежегодно около 560 тыс. т руды, содержащей 5% Zn.

Месторождение Кристинеберг представлено группой сульфидных рудных тел, приуроченных к двум параллельным рудным зонам. Они располагаются в крупном антиклинории, ось которого изгибается дугой над ядром, состоящим из гранитов и гнейсов. Формирование сульфидных руд происходило в 2 стадии, к первой из которых относится появление существенно пиритовой руды, а ко второй – образование краевой зоны медной руды. Протяженность рудных тел не менее 1100 м, общая площадь их развития 10600 $м^2$. На глубину сульфидные руды прослежены до 690 м без признаков выклинивания. Первоначальные месторождения составляли 22 млн. т руды, содержащей 5% Zn, 0.4% Pb, 1% Cu, 1.3 г/т Au, 51 г/т Ag.

Другой тип сульфидных руд представлен отрабатываемым ныне месторождением Цинк (Zinkgruvan), расположенном на территории цинкового рудного поля Оммеберг в Южной Швеции. Рудник Цинк работает с середины XIX века более 140 лет. В 1973 г на нем было добыто 245 тыс. т руды, содержавшей примерно 10% Zn и 2% Pb, в 1986 г – 650 тыс. т руды с 9.5% Zn, 1.4% Pb и более 30 г/т Ag. В настоящее время компанией

North Ltd. добывается ежегодно 690 тыс. т руды и производится 10% цинкового концентрата Западной Европы.

Два близко расположенных пласта месторождения - Главная и Параллельная рудные зоны - залегают в лептитах с прослоями известняков и скарнов и в целом слагают круто погружающуюся на север антиклиналь. Руда полосчатая и характеризуется переменным содержанием цинка и свинца в лептитах, известняках и скарнах; контакты рудных тел резкие. Рудные минералы включают сфалерит, галенит, пирротин. Содержания цинка являются на месторождении преобладающими и достигают в самых богатых рудах 40-50%. Запасы руды составляют 29 млн. т с содержанием 8% Zn, 3,5% Pb, 80 г/т Ag. В 1973 г было добыто 245 тыс. т руды с содержанием 10% Zn, 2% Pb. Компания North Ltd. с 1996 г. производит поисково-разведочные работы на флангах месторождения.

Месторождения эокембрийского и кембрийского возрастов приурочены к восточной границе Каледонской горной цепи - Каледонскому фронту, который имеет S-образную форму и простирается на 2 тыс. км от Баренцевого моря на севере до юго-западного побережья Норвегии. Здесь имеется ряд месторождений свинца: Лайсвалль (Laisvall), Мальва (Malva), Бельвиксберг (Bellviksberg), Лёвстранд (Lövstrand), Вассбо (Vassbo). Самые южные месторождения в пределах шведского сектора Каледонского фронта находятся близ Идре (месторождение Вассбо). Обычно месторождения стратифицированы. Равномерные и устойчивые по качеству руды прослеживаются параллельно слоистости, но на нескольких месторождениях, особенно с богатыми рудами, границы рудной зоны секут поперек осадочные текстуры без всякого видимого структурного контроля.

Крупнейшим месторождением является месторождение Лайсвалль, открытое в 1939 г. С 1942 г. на нем работает рудник компании Boliden AB, производительность которого к 1975 г. достигла 1.2 млн. т руды, а к 2000 г. – 1.95 млн. т. Свинцовый рудник является самым крупным в Европе; так, в 1986 г. на нем было добыто 1628 тыс. т руды, содержащей 60.5 тыс. т свинца, 14 тыс. т цинка и более 13 т серебра.

Площадь месторождения характеризуется очень сложным тектоническим строением. Главная ось каледонской складчатости сечется осями складок второго порядка. Докембрийский пенеплен погружается под углом 1^0 под породы Каледонского фронта. На докембрийских породах залегают выветрелые брекчии и аркозы, сменяемые аргиллитами, а затем эокембрийскими песчаниками. Эокембрийские песчаники перекрываются нижне- и среднекембрийскими глинистыми сланцами, которые секутся поверхностью крупного надвига. Свинцовые руды встречаются только в

эокембрийских песчаниках, причем основная часть запасов приурочена к низам их разреза. Выше песчаники практически безрудные. Рудные минералы в песчаниках распределены неравномерно, содержание свинца в руде колеблется от 0 до 40%. Главный рудный минерал - галенит, второстепенные - сфалерит и пирит. Кроме того, присутствуют кальцит, барит, серицит, флюорит. Минерализация имеет вкрапленный характер. Рудное тело представляет собой группу тонких, часто кулисообразных рудных залежей с переменными содержаниями свинца и залегает горизонтально на глубине 60-90 м.

До начала эксплуатации запасы месторождения Лайсвалль были определены в 60 млн. т руды с 4% Pb, в дальнейшем они возросли до 108 млн. т при том же качестве.

Серебро-свинцовое жильное месторождение Насафьелль (Nasajall) периодически разрабатывалось между 1637 и 1806 гг. Оно приурочено к узкой зоне эокембрийских кварцитов и глинистых сланцев. Рудная минерализация связана с кварцевыми жилами и представлена пирротином, сфалеритом и галенитом с подчиненным халькопиритом. Серебро присутствует почти исключительно в галените. Первоначальные запасы руды составляли 1.6 млн. т руды, содержащей 30 г/т Ag, 1.2% Zn, 1.5% Pb и 3.3% пирротина. На месторождении велась селективная ручная добыча галенита; всего было добыто 20 тыс. т руды, из которой получено 5 тыс. т свинца и 1000 кг серебра.

В пределах Внутренней Каледонской сульфидной провинции имеется ряд колчеданных и полиметаллических месторождений. Наиболее значительными и единственно эксплуатировавшимися из них являются рудные тела группы Стекеньокк (Stekenjokk) и месторождение Юрмлиен (Jormalien). Рудные тела Стекеньокк и Леви (Levi), расположенные на расстоянии 1,5 км друг от друга, могут считаться частями единого тела, так как они находятся на противоположных крыльях антиформы и приурочены к вулканитам кварц-кератофировой формации. В висячем боку вмещающими породами часто являются графитовые сланцы. Рудное тело Чоколла залегает параллельно в 1,5 км западнее рудных тел Стекеньокк и Леви. Руды тел Стекеньокк и Леви - колчеданные со значительными количествами сфалерита и халькопирита, средние содержания Zn 1.6-3.0%, Pb 0.3%, Cu 1.2-1.5%, Ag 20-55 г/т; общие запасы около 20 млн. т руды. Рудное тело Чоколла принадлежит к вкрапленному типу.

Добычные работы начаты в 1976 г., проектная производительность рудника по руде – 400 тыс. т. В 1986 г. продукция составила 541 тыс. т руды с 11.3 тыс. т цинка, 7.6 тыс. т меди, 10.8 т серебра и 85 кг золота.

Цинковое месторождение Юрмлиен в хлоритовых сланцах имеет длину рудного тела около 400 м при мощности 2,5 м. Оно сложено почти целиком сплошными сульфидами, представленными мелкозернистой смесью пирротина, сфалерита и халькопирита. В руде содержится 1% Cu, 16-20% Zn, 30% S. Предполагается, что при средних содержаниях цинка в 10% месторождение содержит несколько млн. т руды.

Вольфрам

На территории Швеции известно несколько вольфрамовых месторождений, наиболее значимыми из которых являются месторождения Баггеторп (Baggetorp) и Иксшёберг (Yxsjöberg). Месторождение Баггепорт, расположено в Южном рудном районе, а месторождение Иксшёберг – в Берслагене. На месторождении Баггепорт вольфрамит приурочен к четковидной кварцевой жиле, залегающей в мигматитах и порфировидных гранитах Смоланд. Отработанная рудная зона имела длину 200 м, глубина разработки рудного тела достигла отметки 225 м. На поверхности мощность жилы до 1-2м, местами до 5 м. Основной рудный минерал - вольфрамит, образующий в кварце крупные гнезда и вкрапленность, но встречается и шеелит, реже молибденит, в небольших количествах пирит, халькопирит, пирротин, медь, висмут, минералы сурьмы. Всего за период эксплуатации 1944-1958 гг. было добыто 270 тыс. т руды. В руде, добытой в 1950-1955 гг., содержалось 0,36% WO_3 . Ранее руды были значительно богаче.

Единственное вольфрамовое месторождение Швеции, эксплуатируемое в значительных масштабах – Иксшёберг расположено в рудном районе Юснарсберг. В пределах рудного поля шеелитоносные скарны расположены на площади, где выходят на поверхность апофизы палингенных гранитов, подстилающих лептиты с прослоями известняков и доломитов. Три основных тела рудных скарнов располагаются в крыльях Z-образной складки. Шеелитовая минерализация распределена неравномерно, богатые рудные зоны шириной до нескольких десятков метров перемежаются с бедными. Шеелит всегда ассоциирует с флюоритом, который добывался попутно. За период эксплуатации (1938-1973 гг.) общая добыча руды немного превысила 3 млн. т, в последние годы содержание WO_3 в ней составляло 0.3%, меди – 0.1%.

Редкие металлы

Литий

В районе Шеллефте известно пегматитовое месторождение Варутреск (Varutråsk). Открытое в 1933 г., оно эксплуатировалось в разное время, особенно во время второй

мировой войны, когда ощущалась нехватка лития. Выходы месторождения имеют форму лошадиной подковы, открытой к северу. Дайка, приуроченная к породам филлитовой группы, связана с гранитами Шеллефте мелкозернистой разновидностью гранитов Ревсунд - поблизости обнаружено несколько интрузивных тел этих гранитов. На поверхности имеется одно обнажение пегматитов, но на глубине они разделяются на две пластовые залежи, одна из них - западная – падает под углом 10^0 на восток-северо-восток, а восточная залежь падает на северо-запад под углом 20^0. На месторождении выделено два основных типа пегматитов. Первый представлен грубозернистыми кварц-мусковит-пертитовыми пегматитами с черным турмалином и слагает краевые зоны пегматитовых тел. Второй, приуроченный к центральной части пегматитов, содержит микроклин-пертит, клевеландит, кварц и литиевые минералы. С экономической точки зрения второй тип более важен, поскольку включает минералы, содержащие редкие щелочные металлы - литий, рубидий и цезий. Литий в основном присутствует в амблигоните, петалите, сподумене и лепидолите, рубидий – в рубидиевом микроклине, а цезий - в поллуците. Добывались кварц, микроклин-пертит, мусковит, лепидолит, амблигонит, сподумен, петалит, берилл, поллуцит, касситерит и тантало-ниобиевые минералы. Суммарная добыча составила 2000 т кварца, 400 т полевого шпата, 1400 т петалита, 900 т сподумена, 2000 т амблигонита и 1000 т лепидолита; кроме того, были получены меньшие объемы более редких минералов.

Благородные металлы и алмазы

Серебро

На сегодняшний день в Швеции известно несколько проявлений серебра, связанных с сульфидными рудами. Все они локализованы в Центральной Швеции, в рудном районе Берслаген и приурочены к формации лептитов. Наиболее значимый из них рудник Сала (Sala), закрытый в конце 80-х годов прошлого столетия и находящийся рядом рудник Бронес (Brones). Лептитовый пояс Сала располагается в 40 км юго-восточнее Гарпенберга и сложен супракрустальными породами с прослоями известняков и доломитов. Сульфидное месторождение приурочено к доломитам и серпентин-карбонатным породам. Рудная зона имеет ширину 80-100 м, вертикальное падение и погружается на северо-запад под углами $30\text{-}45^0$. Оруденение распространено до глубины 300 м. Главные рудные минералы - серебросодержащий галенит и сфалерит. В галените наблюдается исключительно высокое содержание серебра от 0,15 до 1%. Второстепенными рудными минералами являются: самородное серебро, минералы серебра, ртуть и ее минералы.

Общая выемка горной массы с начала XVI в. до 1970-ых гг. составила на месторождении Сала 5 млн. т горной массы. Вокруг рудника было обнаружено много небольших месторождений подобного типа. На одном из рядом расположенных месторождений Бронес с 1951 по1962 гг. добыто 171 тыс. т руды, содержавшей 350 г/т Ag, 2% Zn, 4% Pb.

Золото

На территории Швеции известно несколько золоторудных месторождений, крупнейшие из которых сосредоточены в рудном районе Шеллефте.

Поисковые работы, начатые компанией Boliden Mining Co в этом рудном районе, привели к открытию в 1924 г. небольшого по размерам, но с высоким содержанием золота, месторождения Хольмчерн (Holmchern). Месторождение отрабатывалось в 1924-1925 гг. Следующей ценной находкой явилось месторождение Болиден (Boliden), первый рудный валун с которого, был обнаружен в 1921 г. В 1924 г. месторождение было оконтурено с помощью электроразведки и алмазного бурения. Рудник вступил в строй в 1926 г., и в течение ряда лет (с 1926 по 1967 гг.) месторождение являлось одним из крупнейших в мире месторождений мышьяка и самым крупным золотым месторождением в Европе. С 1926 по 1967 гг. на месторождении было добыто 8 300 тыс. т руды, содержавшей 118 тыс. т меди, 566 тыс. т мышьяка, 2.1 млн. т серы, 128 т золота, 411 т серебра. В среднем в руде содержалось 15,5 г/т Au, 50 г/т Ag, 1.4% Cu, 0.9% Zn, 0.3% Pb, 25% S и 6.8% As.

Месторождение расположено на контакте наиболее древних в районе вулканитов с породами филлитовой группы. Рудные тела локализованы в блоках серицитовых сланцев, заключенных в кислых вулканитах лежачего бока месторождения. Они простираются в широтном направлении при вертикальном падении и погружении к востоку под $50\text{-}60^0$. Выход руды составлял 10580 $м^2$. На месторождении выделено три основных типа руд: арсенопиритовая, сульфидсодержащая кварц-турмалиновая руда и пиритовая руда. Каждый тип может быть подразделен на несколько отличающихся разновидностей с различными парагенезисами минералов. Отложение руды главным образом контролировалось двумя факторами: складкой волочения и куполовидным поднятием контакта между вулканическими и осадочными породами. По текстуре выделяется два основных типа руд – массивная и кварц-турмалиновая жильная. Массивные руды выклиниваются на глубине 270 м, кварц-турмалиновые прослежены на глубине 570 м.

На месторождении обнаружено 47 разных минералов (электрум, пирит, пирротин, сфалерит, халькопирит, гудмундит, кобеллит, тетраэдрит, бурнонит, клаусталлит, лайтакарит и др.) в том числе 34 сульфида, 3 окисла, различные металлы и сплавы. Главными рудными минералами явились арсенопирит, пирротин и пирит. Характерно большое количество более или менее редких минералов. Из нерудных минералов наиболее распространенны кварц и турмалин.

Северо-восточнее месторождения Болиден расположены месторождение Бьёркдал (Björkdal) и месторождение Акерберг (Åkerberg). Небольшое месторождение Акерберг, открытое в 1988 г., периодически отрабатывается компанией Boliden AB. Его запасы оценены в 1 млн. т руды с 3 г/т Au, годовая добыча составляла до 160 тыс. т.

Месторождение Бьёркдал, приуроченное к границе синвулканических гранитоидов известково-щелочного ряда и вулканических пород, до 1999 г. считалось крупнейшим золоторудным месторождением в Европе. Открытое в 1985 г., оно отрабатывалось компанией Terra Mining AB до июля 1999г. и было закрыто по экономическим причинам в связи со снижением цен на золото. Запасы месторождения 14 млн. т при среднем содержании 2.2 г/т Au, годовая добыча измерялась 1 млн. т руды.

Неметаллы

Тальк

На многих сульфидных месторождениях Швеции тальк встречается как продукт изменения, иногда в достаточных для добычи количествах. Так на месторождении Гарпенберг добытый вместе с рудой тальк извлекается с помощью флотации. В 1966 г. здесь было получено 2 200 т талька. Во время первой мировой войны примерно 15 тыс. т талька было получено из руды рудника Фалун.

Крупное месторождение Лаутакоски (Lauttakoski) находится в 80 км к восток-северо-востоку от Елливаре. Здесь тальк образовался в результате изменения ультраосновных интрузивных пород. Было подсчитано, что после измельчения и флотации из тальковой породы можно получить 40% промышленного талька. Запасы такой породы составляют 5 млн. т.

Графит

Графит на территории Швеции известен в центральной Швеции и в Норботтене. В центральной Швеции графит приурочен к гнейсам осадочного происхождения, где он встречается в трещинах и жильной глинке. Наиболее крупное месторождение - Шельста (Skelsta). Оно расположено в 25 км к югу от Упсалы. Графит на месторождении приурочен к пегматитовой дайке мощностью 2-4 м, в которой он образует мелкозернистые чешуйчатые агрегаты. Дайка залегает в гранатсодержащих

гнейсах осадочного происхождения с вкраплениями графита и сульфидов. Среднее содержание углерода в пегматите 25%. За время эксплуатации месторождения с 1935 по 1943 г. добыча составила около 2000 т.

3.3.3. Норвегия

Территория Норвегии сложена различными осадочными, магматическими и вулканическими породами. Древнейшие из них - преимущественно архейские пара- и ортогнейсы слагают самую северную часть Норвегии; также они распространены по побережью западнее распространения каледонид. Древние породы пересечены несколькими палеопротерозойскими зеленокаменными поясами. Мезо- и неопротерозойские породы, представленные как супракрустальными так и вулканогеннными породами, метаморфизованы до гранулитовой фации и слагают юг Норвегии.

Каледонский орогенный пояс представлен в основном палеозойскими метавулканитами и метаосадками, офиолитами, интрузиями от основного до кислого состава, и в меньшей мере докембрийскими останцами, встречаемыми в надвинутых тектонических покровах – аллохтонах. Слабометаморфизованные девонские осадочные породы образуют западную часть Норвегии. Регион в грабене Осло сложен пермскими вулканогенными породами. Каледонский орогенный пояс Норвегии известен широким развитием массивных сульфидных месторождений черных, цветных и благородных металлов. Здесь известен ряд отработанных и действующих рудников, на которых в метаосадочных и метавулканических породах разрабатываются стратифицированные массивные Cu-Zn-Fe-, Pb-Zn-Fe-сульфидные и магнетит-гематитовые руды. Кроме того, ряд месторождений черных, цветных и благородных металлов приурочен к более древним породам. Так раннедокембрийские породы, выходящие на поверхность в самой северной части Норвегии, вмещают в себя месторождения железистых кварцитов. Поздендокембрийские породы, выходящие на поверхность, как в южной, так и в северной Норвегии, вмещают месторождения меди, молибдена и вольфрама. В свеконорвежскую эпоху (900-1300 млн. лет) образовались анортозиты Эгерсунн и связанные с ними крупные ильменит-магнетитовые месторождения. Сингенитичными анортозитовым породам считаются и никеленосные нориты в пределах береговой зоны страны. С зеленокаменными породами каледонид в районе Тромс и Нурлан связаны железорудные месторождения. Руды эксгаляционно-осадочные и принадлежат к сериям кембрийско-силурийских супракрустальных пород, залегающих согласно на докембрийском фундаменте.

Ряд рудных месторождений связан со щелочным магматизмом в пределах грабена Осло. Это месторождения: в интрузивных породах апатитсодержащих ильменит-магнетитовых руд, метасоматические и трещинно-жильные месторождения сульфидов и окислов на контактах интрузивов, жильные месторождения серебра, свинца, цинка, железа.

Черные металлы

Железные руды

На территории Норвегии можно выделить несколько типов железорудных месторождений: железистых кварцитов, магнетитсодержащих железистых кварцитов (промежуточный между железистыми кварцитами и богатыми рудами в гранитоидах), железо-марганцевых руд, магнетитовых, тип скарновых руд, ильменит-магнетитовый, железо-титановый, титаносодержащий железорудный в габбро, апатитсодержащий и осадочный магнетит-гематитовый.

Добыча железных руд в Норвегии осуществлялась с XVII века, однако значительного размера она достигла лишь с начала XX столетия, когда началась промышленная разработка месторождений районов Зюдварангер и Рана. Об объемах продукции можно судить лишь по отрывочным данным в опубликованной литературе; так, в 1974 г. общий выпуск концентрата составил 3900 тыс. т. В середине 1980-ых добыча железных руд велась на трех месторождениях – открытая на Бьерневанн и Рана, подземная на Фосдален. В период 1997-1999 гг. опубликованные цифры производства железного концентрата колеблются в пределах 550-650 тыс. т.

Железистые кварциты в Норвегии имеют важное промышленное значение и встречаются в северной Норвегии. Наиболее крупное месторождение Бьёрневанн (Bjørnevann), Компания A/S Sydvaranger начала отработку месторождения в 1910 г. Месторождение, вмещаемое дислоцированными породами норвежско-саамского возраста (около 2050 млн. лет) в начале 1980-х годов разрабатывалось открытым способом с годовым производством 2,4 млн. т окатышей (содержание железа 66%). Руды железистых кварцитов залегают на биотит-амфиболовых гнейсах, перекрываются кварцитами и аркозитами с включением слоев метавулканитовкислого состава. Железорудные отложения всегда полосчатые; слои, обогащенные магнетитом, чередуются с существенно кварцевыми прослоями мощностью 5-10 мм. Из других минералов присутствуют зеленая роговая обманка, грюнерит, эпидот, биотит и местами гематит. В виде редкой примеси присутствуют пирит и халькопирит. Химический состав магнетитовых руд месторождения

Бьёрневанн: SiO_2-45.1%, Al_2O_3-2.23%, Fe_2O_3 - 29.75%, FeO - 14.67%, MnO - 0.16%, CaO - 2.80%, MgO - 2.72%, Na_2O- 0.32%, K_2O - 0.39%, P_2O_5 - 0.105%, S-0.052%, $Fe_{общ.}$- 32.21%, $Fe_{магн.}$- 30.83%. Месторождения Мурманской области принадлежат к той же формации.

Полосчатые железные руды пироксен-гранулитовой фации встречаются также на Лофонтенских островах и осторовах Вестеролен. Поисковыми работами здесь обнаружены только останцы железистых кварцитов, насчитывающие несколько млн. т руды с содержанием железа 25-30% (месторождение Фискефьорд (Fiskefjord) и, кроме того, небольшие жильные месторождения богатых переотложенных магнетитовых руд (месторождение Смортен (Smorten).

Месторождение Фискефьорд (Fiskefjord) расположено на острове Хиннё и представено рудным телом шириной до 25 м. Запасы выше уровня моря составляют приблизительно 2,4 млн. т руды со средними содержанием железа 28-30% и фосфора 0.2%. Общие запасы вдвое превышают эту цифру. Рудный горизонт прослежен на 8 км, но рудные тела имеют небольшие размеры и распределены неравномерно, что неблагоприятно для их разработки.

Месторождение Смортен представлено неправильными жилами и линзами богатых магнетитовых руд в гранитах и пегматитах. Рудные тела достигают длины 40 м при ширине несколько метров. С 1903 по1908 гг. было добыто менее 100 тыс. т руды с содержаниями железа 55-60% и фосфора 0.03-0.05%.

Железо-марганцевые проявления докембрия представлены месторождениями на севере Норвегии, крупнейшим из которых является месторождение Вестполльтинн (Vestpolltind). Месторождение представляет собой два субпараллельных рудных горизонта, вероятно, соответствующие крыльям изоклинальной складки. Они прослежены приблизительно на 2 км при ширине 8 -14 м. Рудные горизонты залегают в зеленокаменных породах, лептитах, кварцитах и мраморах, интрудированных сиенитами, гранитами, габбро. Руды сланцеватые и полосчатые. Основной рудный минерал - гематит, но в некоторых прослоях нижнего горизонта преобладает магнетит. Другие минералы представлены марганцевистым фаялитом, родонитом, спессартином, клинопироксеном. Общие запасы руды около 5 млн. т, из них менее половины составляют доказанные запасы. Среднее содержание железа - 28%, марганца - 2-5%, фосфора - 0.3%. Марганец присутствует в виде силикатов, частично – в Mn-шпинели.

Апатитсодержащие железорудные месторождения южной Норвегии залегают в метавулканитах кислого и среднего состава. Мелкое магнетит-гематитовое месторождение Сёфтестад (Søftestad) представляет собой пластовое рудное тело

протяженностью 450 м, шириной 1-3 м, которое падает на восток под углом 40^0. В северной части оно включает две параллельные линзовидные залежи. Руды месторождения содержат в среднем 55% Fe, 1-2.5% P. Магнетит и гематит содержатся в рудах приблизительно в равных количествах. Апатит представлен фторапатитом с небольшим содержанием иттрия. Запасы руды - 500 000 т. Добыча достигала 35 000 - 50 000 т руды в год.

Трещинно-жильные магнетитовые месторождения Лангё (Langø) связаны с крупной интрузией габбро (оливиновый гиперит), окруженных амфиболитами. Длина основного рудного тела 1200 м, мощность 3-4 м. Различают руды двух типов: а) карбонатные, имеющие средний минеральный состав: 66% магнетита, 11% силикатов (альбит, скаполит, роговая обманка, кварц), кальцит – 23%; б) так называемые "зеленые" руды, которые содержат около 62.5% магнетита, 35% авгита и 1.6% кальцита. Руды брекчированы и включают обломки вмещающих пород. Главный рудный минерал - магнетит. Гематит присутствует в подчиненных количествах. Запасы руды оценены в 1 млн. т при среднем содержании общего железа 30% (25% Fe в магнетите) и фосфора 0.04%. Разработка месторождения с перерывами проводилась с XVII века по 1960 г. За периоды с 1906 по 1916 гг. и 1950-1960 гг. на рудниках месторождения добыто 600 тыс. т сырой руды.

В районе Тронхейма имеется осадочное магнетитовое месторождение Фосдален (Fosdalen). Железные руды залегают в виде пластов в зеленокаменных породах и кератофирах или на контакте этих пород с прослоями известняков или альбитовых кварцитов. Два крутопадающих рудных тела, расположенных одно над другим на расстоянии 80 м, приурочены к одному и тому же стратиграфическому горизонту. Мощность рудных тел 5-8 м. Руды сложены магнетитом, пиритом и халькопиритом при среднем содержании 35% $Fe_{общ}$ (30% $Fe_{магн}$), 1.8% S и 0.03% Cu. Годовое производство составляло 500 тыс. т железорудного (65.5% Fe), 25 тыс. т пиритового (49% S) и 550 т халькопиритового (20% Cu) концентратов. Месторождение Фосдален разрабатывается государственной компанией Fosdalen Bergverks-Aktiebolag, подземный рудник является одним из наиболее глубоких в Европе с вертикальной шахтой глубиной 1200 м.

Осадочные магнетит-гематитовые месторождения широко распространены в каледонидах северной Норвегии. Отложения железных руд приурочены к метаосадочным породам, преимущественно к известково-слюдяным сланцам и известнякам. Площади месторождений нередко занимают более 100 тыс. $м^2$. Ряд месторождений этого типа не разрабатывается из-за низких содержаний и неблагоприятного географического положения. Наиболее значимые месторождения

имеются в районе Рана. Железорудные месторождения Рана (Rana) расположены в долине Дундерланнсдален и известны с конца XVIII века. В 1964 г. после интенсивной разведки компания Norsk Jernverk A/S, Rana Gruber начала эксплуатацию месторождения. Разработка ведется открытым способом, производительность карьера по горной массе составляла в середине 1980-ых годов 13 млн. т. При бортовом содержании 25% Fe среднее в руде составляло 33.3-38.3% общего и 4.4-17.4% магнитного железа. В 1979 г. на обогатительной фабрики было переработано 3217 тыс. т руды, выпуск концентрата (64.2% Fe) составил 500.8 тыс. т.

Площадь вмещает несколько рудных залежей, приуроченных к нижнему и верхнему горизонтам группы пород Дурдерланн. Разрабатываются богатые магнетит-гематитовые руды (0,15-0,30% P) верхнего горизонта, залегающие среди доломитовых и кальцитовых мраморов, кварц-слюдяных сланцев. Известково-слюдяные сланцы вмещают аптитсодержащие магнетитовые руды (0,8-1,0% P) нижнего горизонта.

Мощность железорудных слоев колеблется обычно от нескольких до 30 метров, увеличиваясь в замках складок. Отношение магнетита к гематиту существенно меняется даже в пределах отдельной рудной залежи. Среднее содержание фосфора в гематитовых и магнетитовых рудах верхнего горизонта около 0.20%, в магнетитовых рудах нижнего горизонта - около 1%. Содержание серы несколько выше в магнетитовых, чем в гематитовых рудах. Содержание MnO для руд нижнего горизонта составляет 0.1%, а в верхнем горизонте оно в 3-4 раза выше. Основные нерудные минералы в существенно гематитовых рудах – кварц, кальцит, эпидот и биотит; в существенно магнетитовых - кварц, кальцит, биотит, зеленая роговая обманка. Запасы руды, пригодные для открытой разработки оцениваются в 200 млн. т, для подземной – дополнительно 300 млн. т.

Цветные металлы

Никель

Проявления медно-никелевой минерализации в Норвегии известны в архейских, протерозойских и каледонских отложениях. В архее, занимающем самую северную часть страны, в Южном Пасвике найдены оруденелые валуны гарцбургитов, в которых наибольшие содержания Ni равны 3.47%, Cu 0.53%, S 10,8%. Валуны оливиновых габбро, найденные в двух обнажениях близ границы Финляндии и России, содержат менее 3% сульфидов, содержание в них никеля 0.27%, меди 0.33%. В протерозойских отложениях медно-никелевая минерализация довольно широко развита. Из 15

известных в настоящее время проявлений медно-никелевой минерализации известно 11 месторождений, 10 из которых сосредоточено в южной Норвегии, и лишь одно небольшое месторождение Сенья (Senja) расположено на крайнем северо-западе страны.

Месторождение Сенья находится в округе Тромсе в гнейсах протерозоя. За период с 1872 по 1886 г. было произведено приблизительно 950 т никеля и 500 т меди при среднем содержании Ni 0.87%, Cu 0.46%. Месторождение приурочено к многофазной интрузии лейкогаббро и анортозитов.

Несколько небольших месторождений залегает в узком поясе широтного простирания на крайнем юге в районе Бамбле. Они разрабатывались в XIX веке небольшими шахтами и глубокими шурфами, однако лишь два из них (Мейнкиер (Meinkjær) и Нистейн (Nystein) дали продукцию свыше 100 т никеля и заслуживают упоминания. Вмещающими породами на выработанном месторождении Мейнкиер являются роговообманковые метанориты, выход которых на поверхности имеет размеры 105 х 55 м. Зоны минерализации имеют размеры до 10 м в ширину, до 30 м в длину и приурочены к внешним контактам тел. Минерализация - от рассеянной до массивной. Всего из руд месторождения получено 520 т никеля и 230 т меди при средних содержаниях в руде Ni 1.21%, Cu 0.53%.

Месторождение Нистейн также приурочено к телу роговообманковых метаноритов (200х100 м). Рудная минерализация - от массивной до вкрапленной. Рудные минералы обоих месторождений – пирротин, пентландит, халькопирит, пирит. Всего из руд месторождения произведено 360 т никеля и 150 т меди со средним содержаниемв руде Ni 1.16%, Cu 0.48%.

Месторождение Хосангер (Hosanger) находится в 20 км к северо-востоку от Бергена. Месторождение приурочено к факолиту или крупному силлу норитов, принадлежащему анортозитовому комплексу и залегающему в кварц-полевошпатовых гнейсах. На месторождении в основном развита минерализация двух типов: вкрапленные руды в краевых зонах у подошвы интрузива и жилы массивных существенно никелевых сульфидов представленная никелевыми сульфидами, пересекающие как нориты, так и вмещающие породы. Сульфиды в основном представлены пирротином, пентлантидом, халькопиритом и пиритом. За период эксплуатации месторождения с 1883 по 1945 гг. с перерывами добыто более 500 тыс. т руды и получено 4200 т и никеля, 1600 т меди. Средние содержания в руде полезных компонентов: Ni-1.05%, Cu 0.35%.

Месторождение Эспедален (Espedalen) находится в 180 км север-северо-западу от

Осло. Рудная минерализация приурочена к небольшим расслоенным интрузиям, состоящим из перидотита, пироксенита и норита и имеющим протяженность от 10 до 100 м. Брекчиевидные сульфидные руды наблюдается в приподошвенных частях интрузивных тел. Главными рудными минералами являются: пирротин, халькопирит и пентландит. В этом районе добыча меди производилась с 1666 г., добыча никеля началась в 1848 г. и продолжалась с перерывами до 1918 г. За период эксплуатации из руд месторождения произведено 1000 т никеля, 400 т меди. Содержание полезных компонентах в рудах: Ni 1.0%, Cu 0.4%.

Месторождение Эртилиен (Ertelain) расположено в районе Рендерике примерно в 40 км от Осло. Само месторождение, как и комплекс вмещающих его пород, относится к серии Конгсберг, состоящей их гнейсов и мигматитов и нескольких гранитных интрузий и интрузий основного состава. Но только одно из тел основного состава содержит значимую медно-никелевую минерализацию. Рудное тело месторождения представляет собой часть норитового штока, имеющего максимальные размеры 600х450 м. Большая часть руды представлена массивными и брекчиевыми рудами, а рудными минералами являются пирротин, халькопирит и пирит. За период эксплуатации с 1849 по 1920 гг. из руд месторождения получено 4200 т никеля, 1600 т меди. Содержание полезных компонентов в рудах: Ni 1.04%, Cu 0.69%.

Месторождение Флот (Flåt) расположено неподалеку от Эвье. Оно приурочено к "рудному диориту", который представляет собой роговообманковый кварцевый диорит с несколькими субфациями, наиболее важными из которых являются мелкозернистая и крупнозернистая порфировидные. Размеры выхода диоритов 4х2 км. Рудное тело Флот связано с мелкозернистыми диоритами и имеет в верхней части форму стержня с осью, погружающейся на восток. С глубиной же оно уплощается, и его мощность по вертикали увеличивается до 100 м. Общая протяженность рудного тела 900 м, эксплуатационные выработки достигают глубины 400 м. На месторождении встречено два типа рудной минерализации: вкрапленные руды, содержащие до 15% сульфидов, и более богатые массивные. Массивные руды тяготеют преимущественно к меланократовым разностям пород. Минеральный состав руд следующий: 75% силикатов, 12-13% сульфидов, 8% магнетита и 4% апатита. Основные сульфидные минералы – пентландит (15%), пирротин (70%), халькопирит (12%), пирит (3-4%). За время эксплуатации месторождения с 1872 по 1944 гг. было добыто 2.6 млн. т руды, из которой получено 19.5 тыс. т никеля и 12.2 тыс. т меди. Содержание Ni рудах 0.75%, 0.47% Cu.

Из множества каледонских интрузий Норвегии, лишь несколько содержат

проявления медно-никелевой минерализации. Среди них крупнейшее в Норвегии месторождение Бруванн (Bruvann), а также несколько небольших месторождений, в том числе с богатыми (более 1% Ni) медно-никелевыми рудами. Последние эксплуатировались, общая продукция из них составляла от 300 т до 37 тыс. т руды. Месторождение Феё (Fæøy) характеризовалось также высокими средними содержаниями Pt (1.12г/т) и Pd (2.97г/т).

Месторождение Бруванн (Рана) (Bruvann) - крупнейшее месторождение Норвегии - расположено в северной части страны около Нарвика и приурочено к северо-западной части расслоенной мафит-ультрамафитовой интрузии Рана. Каледонская (409 млн. л) интрузия имеет овальную форму с площадью выхода приблизительно 70 км^2. Интрузия погружается на северо-запад и имеет глубину приблизительно 2.5 км. Строение массива зональное, выделяется ядро кварцевого норита, обрамленное норитовой зоной (300 - 2000 м) с подчиненными ультрамафитами, далее – ультрамафитовой зоной (0 - 800 м) с подчиненными норитами и эндоконтактовой зоной норитов (50 м). Зона рудной минерализации развита в норитах, пироксенитах и перидототах до глубины 500 - 550 м. Сульфидные руды приурочены к оливиниту, перидотиту, местами – нориту и пироксениту. Рудное тело имеет размеры 900 м в широтном направлении и 500 м – в меридиональном. Руды массивные, состав сульфидов: пирротин (50-80%), пентландит (10-35%), халькопирит (5-15%). Пирит содержится в меньших количествах. Акцессорные минералы: арсенопирит, герсдорфит, никелин, молибденит и сфалерит.

На месторождении пройдено около 28.5 тыс. пог. м алмазного бурения. Запасы руды при борте 0,15% Ni_S составляют 43.6 млн. т с содержанием 0.33% сульфидного никеля, 0.08% меди и 0.015% кобальта, а при борте 0.3% Ni_S – 26.4 млн. т с содержанием 0.42% сульфидного никеля, 0.1% меди и 0.02% кобальта. Отработка руды с производительностью около 600 тыс. т производилась с 1989 г. до середины октября 2002 г. За это время компаниями Outokumpu Oy и Nikkel og Olivin по данным Mining Journal v. 339, № 8709 было получено 32500 т никеля в концентрате, 9140 т меди и 1530 т кобальта.

Медь

Месторождения меди в Норвегии различаются как по своей возрастной принадлежности, так и по своему генезису. Они широко распространены по всей территории Норвегии как в докембрийских, так и в каледонских образованиях. В докембрийских образованиях Норвегии они имеются в так называемых тектонических окнах Райпас, в рудной провинции Финмарксвидде; на юге имеются медные

месторождения Фрулан, а также медно-сульфидная провинция Телемарк-Сетесдаль.

Кроме того, медь добывается из медно-никелевых месторождений. Наиболее же значимые месторождения Норвегии – стратифицированные медно-цинковые колчеданные месторождения в каледонидах. Они широко распространены в рудных районах Тронхейм, Гронг, Сулихьельма, Уфутен, Тромс.

На крайнем северо-западе Норвегии, в тектонических окнах Райпас, различают три типа месторождений а) вкрапленная медная минерализация в песчаниках, б) медный тип с борнитом и халькопиритом в брекчиях и трещинных жилах с кварцем и кальцитом, в) пиритовый тип с пиритом и халькопиритом в брекчиях и трещинных жилах с кварцем и кальцитом. Первый тип представлен месторождением Реппарфьорд (Repparfjord), второй - небольшим месторождением Райпас (Raipas), к третьему относятся месторождение Кофьорд (Kåfjord) .

Минерализация месторождения Реппарфьорд приурочена к формации Сальтванн, которая имеет куполообразную форму и погружается под зеленокаменные породы у северной границы. Вмещающие породы - аркозовые песчаники и конгломераты. Медная минерализация прослежена до глубины 250 м. Рудные зоны в песчаниках протягиваются по простиранию на 2 км. Мощность отдельных рудных линз достигает 100 м. Рудные минералы: борнит, халькопирит, халькозин, ковеллин, спекулярит, магнетит, в зоне окисления - малахит. Основная масса рудоносной зоны состоит их кварца, полевого шпата, серицита и небольшего количества хлорита. Руды содержат 85% SiO_2. Запасы месторождения до глубины 250 м 12-15 млн. т с содержанием Cu 0.5-0.7%. Медный концентрат содержит 38-40 % Cu и 50-70 г/т Ag.

Месторождение Райпас (Raipas) вмещается доломитами и аргиллитами, которые секутся меридиональными жильными брекчиями. Рудные минералы, представленные в порядке убывания, следующие: халькопирит, борнит, теннатит, зигенит, дигенит, ковеллин. На месторождении всего добыто 12 500 т руды с содержанием Cu 6.3%.

В Финмарксвидде, в районе Каутокейно, обнаружено несколько небольших перспективных участков и залежей сульфидов железа и меди, однако только месторождение Бидьовагге (Bidjovagge) представляет промышленный интерес. Разработка месторождения карьером велась компанией S/A Sydvaranger в 1968-1975 гг. и была возобновлена в 1985 г. финской компанией Outokumpu Oy. Годовая производительность предприятия по руде 300 тыс. т, в качестве попутного продукта из руды извлекается значительное количество золота, содержание которого в добытой руде составляет 4.1 г/т. С 1985 по 1991 г. было добыто 1.7 млн. т руды, содержавшей 4.1 г/т Au и 1.2% Cu.

Рудные тела месторождения приурочены к крутому восточному крылу антиклинали меридионального простирания. Месторождение вмещается кварцевыми кератофирами осадочно-вулканогенных отложений группы Каскиас. Промышленное оруденение прослежено по простиранию на 2.5 км. На месторождении известно четыре рудных тела, расположенных на расстоянии 500 - 800 м друг от друга. Рудные минералы – халькопирит и пирит, жильные представлены кальцитом, кварцем и полевым шпатом. Положение рудных тел контролируется тектоническими структурами, пересеченными под острым углом зонами скалывания и трещиноватости. Запасы руды до глубины 200 м составляют 2,3 млн. т с содержанием 1.5-1.7% Cu.

В Норвегии медные руды в основном добываются из стратифицированных медно-цинковых месторождений в каледонидах. Медно-цинковые и цинково-медные сульфидные месторождения сформировались в раннем ордовике или же в верхнем ордовике - раннем силуре. Месторождения этого типа, связанные с зеленокаменными породами и кератофирами, приурочены к эвгеосинклинальному поясу длиной 2000 км, протягивающемуся от Хардангера на юго-западе до Тромса на северо-востоке. Здесь выделяется два основных типа руд: 1 - халькопирит-сфалерит-пиритовые и 2 - халькопирит-сфалерит-пирротиновые. Среднее содержание в них меди и цинка составляет обычно 1-2%. Третий тип руд – стратифицированные пиритовые и пирротиновые руды – имеет невысокие содержания меди и цинка. Этот тип руд обычно приурочен к слоистым пачкам пород, сложенных тонкими прослоями графитовых и хлоритовых сланцев, пирит- и магнетитсодержащим породам и яшмам.

Наиболее важный и крупный меднорудный район Норвегии - Тронхейм. Здесь рудные месторождения приурочены к шести стратиграфическим горизонтам в кембро-силурийских осадочных и метавулканических породах. Наиболее важный в промышленном отношении горизонт зеленокаменнных пород сложен серией Стёрен-Херсьё. К западной ветви этого горизонта приурочены месторождения Лёккен **(**Løkken) и Тверрфьеллет **(**Tverrfjellet), запасы руды в которых составляют 10-20 млн. т. К восточной ветви относятся месторождения Киллингдаль (Killindal) и Фольдаль (Folldal) с запасами руды 1-5 млн. т.

Месторождение Лёккен (Løkken) расположено в 70 км к юго-западу от Тронхейма. Месторождение, открытое в 1654 г., разрабатывалось на медь более 200 лет. На месторождении велась и добыча пирита, прекращенная в 1974 г. За период 1908-1974 гг. было добыто 20 млн. т руды со средними содержаниями Cu и Zn по 2%. Выпуск медистой пиритовой руды в 1920-ых гг. составлял до 400 тыс. т в год, в ней содержалось 1.2% Cu, 1.9% Zn, 19 г/т Ag, 0.2 г/т Au. В 1975 г. из 274 тыс. т руды было

извлечено 27.5 тыс. т медного и 8.3 тыс. т цинкового концентратов.

Три сульфидных рудных тела месторождения залегают в серии зеленокаменных лав и пирокластических пород с прослоями полосчатых руд и джеспилитов. Основное рудное тело имеет длину 4 км, погружается на запад под углом 20-30^0, достигая в западной части 1200 м. Средний минеральный состав руд: 75% пирита, 6% халькопирита, 3% сфалерита, 12-15% кварца и местами в висячем боку 5-10% магнетита. Преобладают массивные и тонкозернистые руды, но встречаются и вкрапленные.

К югу от Торнхейма расположено месторождение Тверфьеллет (Tverrfjellet). Разработка его началась в 1968 г. с годовой производительностью по руде 600 тыс. т; в 1973 г. продукция обогатительной фабрики составила 22 тыс. т медного (27-28% Cu), 9 тыс. т цинкового (56-58% Zn) и 225 тыс. т пиритового концентратов.

Месторождение представлено несколькими крутопадающими массивными колчеданными линзами, залегающими в вулканогенных и пирокластических породах. Линзы имеют следующие параметры: длина 300 до 800 м, ширина о т 5 до 80 м (в среднем 12-15 м). Запасы составляли 12-15 млн. т руды со средними содержаниями 1% Cu, 1.2% Zn, 32% S.

Группу отработанных месторождений Рёрус вмещает горизонт зеленокаменных пород Верхнего аллохтона Скандинавских каледонид, представленных перидотитами, граувакками и сланцами. На площади отработан ряд небольших месторождений, содержащих в целом 130 000 т меди. Отработка проводилась с 1644 по 1977 гг. Последнее из разрабатываемых месторождений района Рёрус – Лейргрувебаккен (Leirgruvebakken) с подсчитанными запасами около 1 млн. т руды и содержанием 0.74% Cu, 7.8% Zn. Из семи пластообразных рудных тел, залегающих в граувакках и хлоритовых сланцах, лишь два содержат промышленное оруденение. Рудные минералы - халькопирит, сфалерит, пирит – заключены в массе пирротина. В 1975 г. на месторождении было получено немногим менее 7 тыс. т цинкового и 1.5 тыс. т медного концентратов.

В районе Гронг, расположенном к северо-западу от рудного района Тронхейм, имеется два месторождения: Скурувас (Skorovas) и Йома (Joma).

Месторождение Скурувас залегает в толще метаморфизованных кератофиров и пирокластических пород группы Гьерсвик. Первоначальные запасы месторождения оценены в 7-8 млн. т; за 1952-1974 гг. общая добыча составила более 3,1 млн. т руды с 1.3 % меди и 200 тыс. т пиритовой при годовой производительности по руде 160 тыс. т. Месторождение Йома (Joma) вмещается толщей известковых зеленокаменных пород

группы Рёрвик. Форма рудных тел неправильная. Наибольшее из них на поверхности имеет параметры 1000х590 м. Запасы халькопирит-пирротиновых руд составляют 16 млн. т с содержанием 1.13% Cu, 1.57% Zn. Из-за падения цен на пирит интерес предсталяют только богатые медные руды. Из руд месторождения в 1975 г. получено 25 639 т халькопиритового и 5 824 т сфалеритового концентрата. Месторождение отрабатывается с 1972 г.

Кроме расмотренных, в каледонидах Норвегии в ряде рудных райнов (Сулихьельма, Уфутен, Тромс, Рана) в период с 1890 по 1987 гг. эксплуатировалось значительное количество небольших по запасам (не более 2 млн. т руды) месторождений, как правило, с высокими концентрациями Cu (1.8-3.8%), Zn (3.5-4.2%), иногда Pb (0.85-2.4%). Рудные залежи имели стратиформный характер и были сложены массивными или вкрапленными существенно пиритовыми, пирротиновыми или халькопирит-пирротиновыми рудами. В настоящее время в районе Муфьеллет NGU прогнозирует несколько новых рудных объектов с запасами руды в них от 2 до 5 млн. т при содержаниях меди до 2%, цинка более чем 10%, свинца до 4%, серебра до 250 г/т и золота более чем 20 г/т.

Молибден

Несколько отработанных месторождений молибдена расположено в пределах широкой зоны, протягивающейся от округа Телемарк на северо-востоке до района Эгерсунн на юго-западе. Наиболее известным из них является месторождение Кнабен (Knaben). Оно расположено в анортозитовой провинции Эгерсунн и приурочено к зоне вкрапленной молибденовой минерализации, прослеживающейся на несколько километров в меридиональном направлении. Рудное поле месторождения Кнабен включает три рудника Квина, Кнабен-I, Кнабен-II, рудные тела которых приурочены к асимметричному фальбанду протяженностью 6 км при ширине 1 км. Разработка велась в 1885-1972 гг., общая продукция составила 18 800 т молибденита. На наиболее крупном руднике Кнабен-II было добыто 8,6 млн. т руды со средним содержанием молибденита 0,21%. Достоверные запасы составляют 2,5 млн. т руды с содержанием 0.15% Mo_2S. Рудное тело Кнабен-II шириной 30-80 м протягивается на 1500 м, имеет меридиональное простирание, падение на восток под углом 10-30^0. Содержание молибденита варьирует от 0,2-0,3% в северной части до 0.12-0.20% на юге. Здесь же развиты молибденсодержащие аплиты, пегматиты и минерализованные фальбанды.

Штокверковое молибденитовое месторождение Нордли (Nordli) приурочено к северной части палеорифта Осло и обещает быть крупнейшим не только в Норвегии, но

и одним из крупнейших в Европе. Месторождение изучалось буровыми и геофизическими методами с 1978 по 1983 гг. Площадь Хурдал и само месторождение Нордли расположено в районе развития эрозионных останцов эффузивных и субвулканических пород, вмещающими для которых являются докембрийские гнейсы, кембро-силурийские метаосадки, раннепермские монцониты, монцодиороты и габбро. Все они являются изолированными телами или ксенолитами в более поздних интрузивах. Молибденитовая минерализация приурочена к щелочным гранитам, формирование которых происходило в три фазы, с каждой из которой связана и молибденитовая минерализация. Первая фаза представлена гранофирами с многочисленными пологозалегающими и горизонтальными прожилками кварца, пирита, гематита, магнетита, серицита и молибденита. Вторая фаза связана со становлением аляскитовых гранитов. Прожилки, образующие штокверк на глубине 150 м от современной поверхности, представлены пологозалегающими лентообразными жилками из молибденита, кварца, пирита, серицита, биотита и щелочного полевого шпата. Третья фаза связана с микро-гранитами. Рудная минерализация находится в 600 м ниже современной поверхности. Прожилки образуют ячеистую структуру и представлены молибденитом, кварцем, кальцитом, калиевым полевым шпатом, магнетитом и пиритом. Запасы месторождения оценены в 200 млн. т руды с содержанием MoS_2 0.14% при бортовом содержании 0.05% MoS_2. Планы освоения его не сообщаются.

Титан

На территории Норвегии титановое оруденение принадлежит к двум главным типам: титано-железорудный в связи с дифференцированными габброидными интрузивами и собственно титановый, связанный с эклогитовым метаморфизмом габбро в каледонское время. Оруденение первого типа имеет свекокарельский (провинция Лофотен-Вестерален 1900 млн. лет, провинция Ёрн 1700 млн. лет), позднепротерозойский (провинции Бамбле-Арендаль 1250 млн. лет, Саннфьорд 1200 млн. лет, Берген 950 млн. лет, Эгерсунд 930 млн. лет) или палеозойский – каледонско-герцинский возраст (провинция Сейланд 500 млн. лет, месторождение Кодаль 270 млн. лет). По вещественному составу и технологическим свойствам руд среди Fe-Ti месторождений и проявлений выделяются существенно ильменитовые (35-40% ильменита, 2-3% магнетита) месторождения провинции Эгерсунд, имеющие главное промышленное значение; ильменит-магнетитовые (30% Fe, 4.5% TiO_2), допускающие разделение этих минералов механическими способами с получением ванадий-

магнетитового (0.51% V_2O_5) и ильменитового концентратов – Рёусанн и другие месторождения провинции Мёре и титаномагнетитовые месторождения, для которых в настоящее время не существует экономически эффективных методов разделения минеральных фаз и которые по этой причине не осваиваются промышленностью. К последним принадлежат многочисленные проявления и некоторые месторождения практически на всей территории Норвегии, особенно концентрирующиеся в провинциях Бамбле-Арендаль, Берген, Сейланд, Лофотен-Вестерален.

С метасоматическими изменениями титаномагнетитовых габброидов связано формирование, в основном, незначительных по масштабам проявлений рутила в альбититах. Они пользуются широким развитием в провинции Бамбле-Арендаль, где рутил являлся, главным образом, бипродуктом разработки апатит-рутиловых жил (см. раздел Апатит), но в районе между Лангезунд и Крагерё известны дайки рутиловых альбититов, среди которых рутиловое месторождение Линнвик-коллен (Lindvik-kollen) разрабатывалось как титановое. Более значительная рутиловая минерализация выявлена также в метасоматических скаполит-роговообманковых породах (месторождение Эдегарден (Ødegården)). Возраст метасоматитов близок ко времени формирования габбровых интрузий провинции и составляет 1180 млн. лет.

Концентрации рутила в эклогитах Западной Норвегии привлекли внимание производителей титановой продукции сравнительно недавно, в начале 1990-ых гг. Этот нетрадиционный тип месторождений рутила характеризуется содержаниями TiO_2 3-5% и весьма крупными ресурсами, позволяющими организовать открытую разработку с получением сырья для производства белого пигмента. Наиболее крупные и изученные проявления этого типа находятся в провинции Саннфьорд, но они описаны также в провинциях Берген и Мёре. Во всех случаях возраст эклогитов 400 млн. лет.

Анортозитовая провинция Эгерсунд или Рогаланд на юго-западном побережьи Норвегии занимает площадь 1000 км^2, две трети которой подстилаются андезиновыми анортозитами и лейконоритами, а остальная треть – норитами и мангеритами. Вмещающими породами для провинции служат высокометаморфизованные гнейсы и мигматиты.

Разработка ильмент-магнетитовых руд в районе Эгерсунд началась в XVIII веке и продолжается до сих пор. На первых рудниках, начавших работу с 1785 г., добывались железные руды; лишь в 1918 г. началась современная разработка месторождения Сторганген (Storgangen). За период его эксплуатации (1918-1965 гг.) общая продукция составила 12 млн. т руды с 17% TiO_2 и 20% Fe. В результате систематических поисковых работ, проведенных компанией Titania A/S, в 1954 г. было открыто

крупнейшее в Европе ильменитовое месторождение Телльнес (Tellnes) с доказанными запасами более 300 млн. т руды с 18% TiO_2. Открытая разработка месторождения началась в 1960 г., современная продукция составляет 550-600 тыс. т ильменитового концентрата при проектной производительности предприятия 840 тыс. т. С начала 1990-ых годов большая часть илменитового концентрата перерабатывается компанией Tinfos Titanium and Iron на титановый шлак.

Все известные ильменитовые месторождения провинции Эгерсунд приурочены к анортозитовым массивам Холанн-Хеллерен, Она-Сира или к норитам Хёуге, которые, скорее всего, представляют части одного и того же плутона, в котором расслоенные полосчатые нориты согласно залегают на анортозитах.

Месторождение Сторганген представлено рудным телом протяженностью 2 км и горизонтальной шириной 50-100 м, падающим на северо-запад $45\text{-}55^0$. Площадь его выхода 80 000 $м^2$, тело сложено чередующимися слоями и линзами ильменитовых норитов, лейконоритов и анортозитов, ширина отдельного слоя от 0.5 до 10 м, длина 200-400 м. В лежачем боку контакт с анортозитами резкий, в висячем - развита переходная зона с норитами Хёуге. Минеральный состав руд: 35-40% ильменита, 5-10% магнетита, 30-35% плагиоклаза и 20-25% гиперстена. Содержание TiO_2 в слоях, обогащенных ильменитом, 20-30%, но обычно они не поддаются селективной отработке. Месторождение отрабатывалось с 1918 по 1965 г. Оставшиеся достоверные запасы руды его составляют 60 млн. т с 17-18% TiO_2.

Месторождение Телльнес (Tellnes) (рис.17) приурочено к сравнительно небольшому интрузивному массиву ильменитовых норотов в анортозитах Она-Сира. Протяженность ильменитовых норитов 2,7 км, ширина до 450 м, площадь выхода 570 000 $м^2$. Рудное тело однородно в центральной части, но становится более лейкократовым в направлении к вмещающим анортозитам. Его дайки и апофизы проникают в анортозиты, а ксенолиты анортозитов встречаются и внутри рудного тела. Рудные минералы представлены ильменитом и в меньшей мере магнетитом. Средний состав руды: 35% плагиоклаза, 15% гиперстена, 39% ильменита, 2% магнетита, 3.4% биотита, 3.5% акцессорных минералов. Достоверные запасы превышают 300 млн. т руды с содержанием в среднем 18% TiO_2. Запасы TiO_2 составляют 57 млн. т, прогнозные ресурсы - 38 млн. т; содержание MgO в ильмените составляет 3-4%. Бипродуктами ильменитового производства на руднике Телльнес в 1970-ых гг. являлись магнетитовый (65% Fe, 0.6% V_2O_5) и сульфидный (4.5% Ni, 1.6% Cu, 0.8% Co) концентраты, выпуск которых достигал 46 и 13 тыс. т в год, соответственно; в более поздних публикациях сведения о них отсутствуют.

Месторождение Рёусанн или Рёдсанн (Rausand, Rødsand) в течение 80 лет до их закрытия в 1981г. было основным источником Fe-Ti-V руд в Норвегии. Его разработка компанией Elkem-Spigerverket A/S началась в 1910 г. и велась подземным способом. Основной продукцией предприятия являлся магнетитовый концентрат, годовой выпуск которого составлял 120 тыс. т.

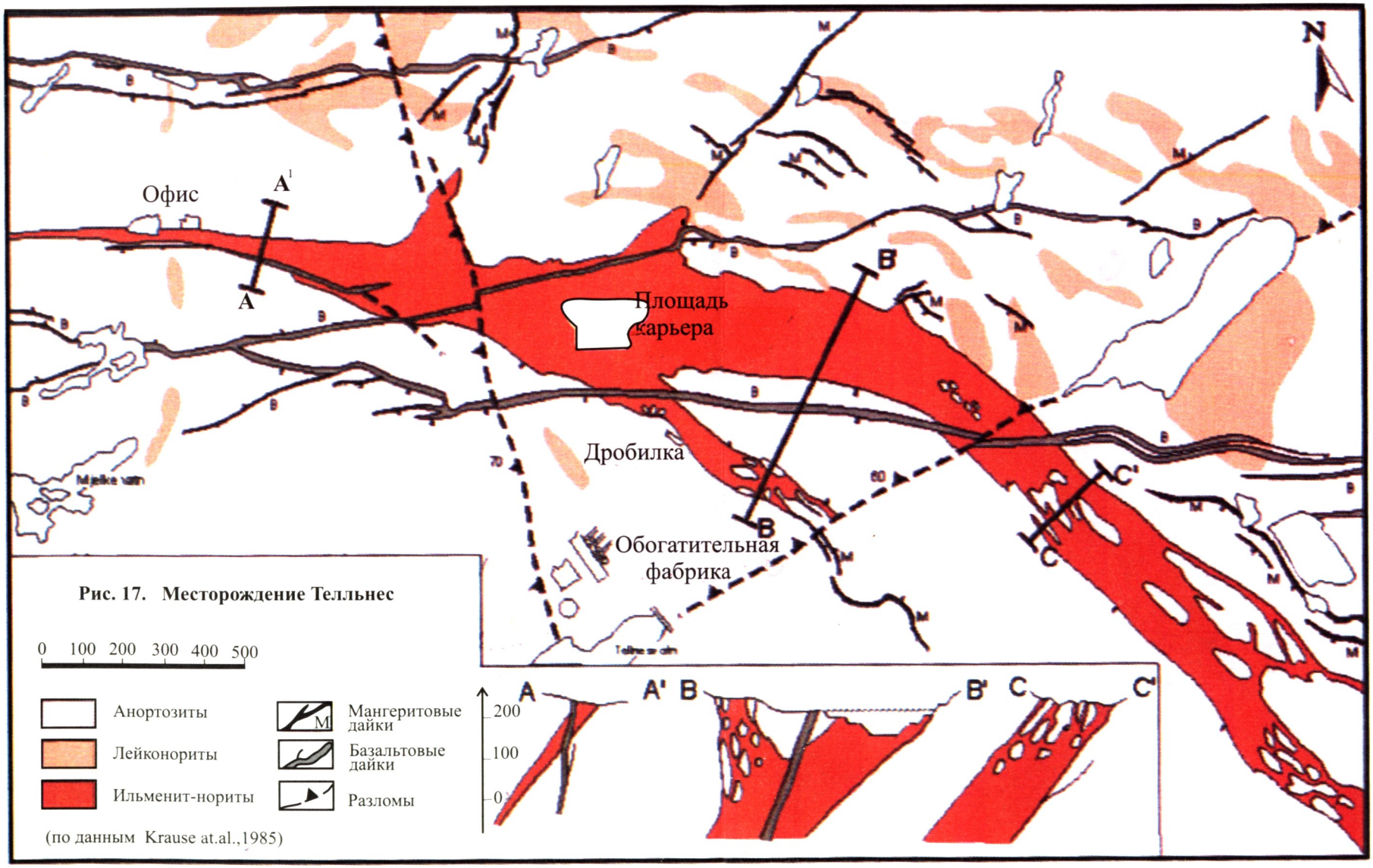


Рис. 17. Месторождение Телльнес

(по данным Krause at.al.,1985)

Рудные тела приурочены к периферическим частям линз амфиболитов (метадолеритов), залегающих согласно с гнейсами. Большинство рудных тел приурочено к южному крылу синклинали. Руды сложены в основном магнетитом, ильменитом (около 10%), плагиоклазом, апатитом и корундом. Достоверные и вероятные запасы месторождения Рёусанн составляют 12 -15 млн. т руды, прогнозные ресурсы оценены в 120 млн. Значительные дополнительные запасы подсчитаны на соседних месторождениях Мейсингсет и Хейндален. Среднее содержание общего железа составляет 30% (21% железа в магнетите), 4.5% TiO_2, 0.31% V_2O_5. Магнетитовый концентрат содержит в среднем 63% Fe, 2.3% TiO_2, 0.51% V, ильменитовый - 39% TiO_2, 0,26% V. В небольших количествах присутствуют пиритовые руды, содержащие около 52% S, 46% Fe, 0.6% Co, 0.3% Ni, 0.9%Cu, но они не добываются. Месторождение Русанн являлось гла вным поставщиком ванадиевой продукции в Норвегии (небольшие добавки поступали из месторождений Сторгангер и Теллнес). В период 1963-1981 гг. ежегодное производство составляло в пересчете на металл 500-1080 т. Бипродуктом являлся ильменитовый концентрат, применявшийся для очистки каменного угля.

В провинции Бамбле-Арендаль проявления ильменит-титаномагнетитовых и титаномагнетитовых руд, залегающих в виде линз и прослоев в метагаббро и амфиболитах, пользуются широким распространением. Их ресурсы велики, но качество руд низкое; на некоторых объектах велась маломасштабная разработка, и добытая руда (50% Fe, 3-8% TiO_2) подшихтовывалась к скарновой железной руде.

Более значительны проявления собственно титанового – рутилового оруденения, обусловленного метаморфизмом габброидов и связанных с ними низкокачественных железо-титановых руд. Кроме многочисленных мелких апатит-альбитовых жил, служивших источником попутного рутила в прошлом при добыче апатита, здесь известно два собственно рутиловых месторождения.

Небольшое рутил-альбитовое месторождение Линдвик-коллен (Lindvik-kollen), расположенно в 2 км к западу от Крагерё. Рудным телом является дайка рутилсодержащих альбититов, залегающая в амфиболитах и пироксеновых гранулитах. Она протягивается на 300 - 400 м, падает на юг под углом $45\text{-}50^0$ и раздваивается в западном направлении. Главные минералы дайки - альбит (85-90%), микроклин (1-3%), кварц и биотит (менее 1%). Количество рутила колеблется от 1 до 8%. Запасы альбитита с 2% рутила оцениваются в 3 млн. т. Рудник, работавший с перерывами с 1901 по 1950 г. получил 3000 т рутилового концентрата. Годовая добыча рудника

составляла 60 -100 т.

Более крупным является рутиловое месторождение Эдегорден (degården), представленное альбититами и вмещающими их скаполит-роговообманковыми породами – продуктами метасоматической переработки габбро. В этих же породах, вероятно, залегает апатитовая руда одноименного месторождения. Рутил-содержащие метасоматиты имеют протяженность 1,5 км при ширине зоны 100-150 м, их ресурсы при содержании 2-4% TiO_2 оцениваются более, чем 50 млн. т. Рутил отличается высокими концентрациями элементов-примесей, в частности - U (до 30-60 г/т).

Железо-титановая провинция Берген представлена докембрийскими анортозитами, иотулитами и мангеритами и вмещает ряд ильменит-магнетитовых месторождений. Часть площади претерпела каледонский метаморфизм высокого давления и эклогитизацию (месторождение Хусебо с выявленными ресурсами TiO_2 0,5 млн. т и возможными - 2 млн. т TiO_2 при содержании 2-5%).

Рутиловое месторождение Энгебофьелль (Engebøjellet) в районе Саннфьорд (Западная Норвегия) представлено эклогитами, занимающими площадь 3-4x0.5 км и образовавшимися при высокобарическом метаморфизме протерозойского (1520 млн. лет) габбро. Геологическое исследование его было выполнено в 1970-80-ых гг. NGU, с начала 1990-ых оценкой ресурсов рутила занимается совместная компания DuPont – Conoco Norway Inc. Минералогический состав эклогитов: гранат, омфацит, амфибол, фенгит, клиноцоизит, кварц, доломит, рутил; средние содержания рутила 5% (3-6%). Состав рутила (%): 90-95 TiO_2, <2 Cr_2O_3, 0.4-0.8 V_2O_5, <0.1 MgO, 0.2-0.6 FeO, <0.1 MnO, <2 г/т U. Выявленные ресурсы руды составляют 400 млн. т, возможна открытая разработка с проектной производительностью карьера 200 тыс. т рутиловой продукции.

Другим новым рутиловым проявлением этого типа является месторождение Хусебо (Husebø-B) в провинции Берген с выявленными ресурсами TiO_2 0,5 млн. т и возможными - 2 млн. т TiO_2 при содержании 2-5%.

Редкие металлы

Ниобий

Единственный в Норвегии ниобиевый рудник на Сев (Søve) в карбонатитовом комплексе Фен действовал с 1953 по 1964 гг. и был первым в мире предприятием по добыче и использованию пирохлора.

Комплекс Фен расположен юго-западнее г. Осло и имеет площадь выхода около 5 км^2. он сложен севитами, редбергитами и раухаугитами; вмещающие породы вблизи границы с карбонатитами фенитизированы. Возраст 505-565 млн. лет (K-Ar, биотит).

Рудные тела (Каппелен, Хидро, Туффе) характеризуются бедной вкрапленностью кноппита или эльсвортита (уранпирохлора), среднее содержание в добытой руде составляло вначале 0.5% Nb_2O_5, но вскоре упало до 0.36%. Разработка велась как открытым, так и подземным способами. Годовая продукция составляла от 1.23 т в 1953 г. до 2.73 т в 1962 г. в пересчете на пентоксид ниобия. Применявшиеся методы обогащения были сложными, извлечение пирохлора в концентраты не превышало 50%. В 1961 г. были освоены крупные месторождения значительно более богатых пирохлоровых руд в Канаде и Бразилии, и в 1964 г. предприятие было закрыто по экономическим причинам.

С 1652 по 1927 гг. периодически работали железорудные рудники на Фен, разрабатывавшие редбергитовые залежи. Открытые выработки достигли глубины 200 м, общая продукция оценивается в 1 млн. т руды, содержавшей 50% Fe,0.45% P, 1-2% Mn, 0.3%S.

Благородные металлы и алмазы

Серебро

В Норвегии месторождения серебра известны в Нурланне недалеко от Раны и связаны с гранитами Свеннингдаль каледонского возраста. Месторождение Свеннингдален (Svenningdalen) в 1879-1889 гг. разрабатывалось в основном на серебро.

На месторождении имеется около 20 жил мощностью в среднем 0,1-0,25 м, которые вмещаются метаосадочной серией слюдяных сланцев в карбонатных породах на границе с гранитами Свеннингдаль. Оруденение приурочено к местам пересечения жил и карбонатных пород. Рудные минералы: галенит, тетраэдрит, прустит, арсенопирит, халькопирит, пирротин и в меньших количествах имеются сфалерит и стибнит. В рудах содержится 7-15% свинца, 10-15% меди, 0.5% серебра, 0.1-0.15 г/т золота. Общее производство составило 16 500 кг серебра.

Наиболее известными месторождениеми самородного серебра в докембрийских породах являются месторождения Конгсберг (Kongsberg), расположенные недалеко от Осло.

Большинство месторождений Конксберг пространственно связаны с фальбандами меридионального простирания в докембрийском фундаменте. Рудники отрабатывали кальцитовые жилы, содержащие серебро. Рудные столбы контролируются их пересечениями с обогащенными сульфидами горизонтами, так называемыми фальбандами. На рудной площади известны две зоны фальбандов - Овербергет и Андэбергет - где функционировала большая часть рудников. На месторождениях

Конгсберг установлено несколько типов серебросодержащих жил: жилы Ховдгангер (основные жилы) первой генерации; жилы типа Юститс - система коротких параллельных жил, образовавшихся за счет кальцитовых жил, параллельных простиранию фальбандов; жилы типа Готтес-Хюльфе - кальцитовые жилы, ответвляющиеся от главных жил. Основные минеральные ассоциации: 1) - кварц, угольный брас (углеродистый материал, содержащий более 90% С и в небольших количествах кислород, водород, азот, серу), флюорит, пирит; 2) - кальцит, барит, флюорит, аргентит, самородное серебро с арсенидами кобальта и никеля; 3) - кальцит, цеолиты. Минералы кобальта и никеля (включая раммельсбергит и хлоантит) образуют налеты на самородном серебре. Часто встречаются пустоты, выполненные крупными кристаллами. С 1623 по 1957 г. на 130 рудниках получено 1300 т серебра. Самый глубокий рудник - Конгенс-Грубе (1076 м). Содержание серебра в рудах месторождений Конгсберг - от 100 до 350 г/т, а в некоторых рудных столбах оно вдвое превышало среднее. Иногда встречались глыбы самородного серебра весом до 500 кг.

Золото

Месторождения золота в докембрийских породах находятся, недалеко от грабена Осло. Все эти месторождения связаны с процессами активизации в пермский период. Месторождения золота, связанные с кварцевыми жилам, были незначительны и ныне отработаны.

В настоящее время попытки найти здесь месторождения золота, годные для отработки, осуществляет компания Bindal Gruver AS.

В северной части Норвегии в Финмарке золото извлекается вместе с медью из руд месторождения Бидьовагге.

Неметаллы

Апатит

Производство фосфатной продукции в Норвегии осуществлялось во второй половине Х1Х в. из метасоматических жил или даек альбититов – поздних дифференциатов лейконоритовой магмы. Сотни мелких альбититовых жил, содержащих переменные количества апатита, магнетита, рутила, гематита, развиты на южном побережьи Норвегии, особенно на участке между Лонгезунд и Арендаль. Большая часть их имеет незначительные размеры, и лишь менее 50 залежей явились объектами промышленной разработки, которая велась, главным образом, в 1850-1900 гг., но в небольшом объеме продолжалась и после I-ой мировой войны из-за нехватки

фосфатов в это время. Общая продукция составила около 250 тыс. т фосфатов, попутно была добыта большая часть мировой продукции рутила того времени – 15-20 т ежегодно. Наиболее крупным апатитовым рудником был Эдегарден (Ødegården), продукция которого составила за период 1872-1918 гг. 525 тыс. т сырой руды и 160 тыс. т апатита. Апатит-альбитовые жилы приурочены к интрузивным телам оливиновых гиперитов и имеют мощность обычно менее 1 м, но в раздувах достигают 8 м. Их протяженность не превышает 10-100 м, затем они переходят в жилы флогопит-энстатитовых пород. Флогопит-апатитовая руда слагает осевую часть жилы, краевые зоны состоят из флогопита, энстатита, скаполита с невысокой концентрацией апатита. Жилы окружены скаполит-амфиболовой породой. Вероятные запасы апатита на месторождении составляют 150 тыс. т, исследования последних лет показали высокие концентрации в апатите Эдегарден иттрия (0.3%) и РЗМ.

Апатит-ильменит-титаномагнетитовое месторождение Кодаль (Kodal) расположено в пермской провинции (грабене) Осло, в 18 км севернее г. Ларвик. Крутопадающая якупирангитовая дайка была разведана компанией Norsk Hydro A.S. в 1970-х как апатитовое месторождение до глубины 300 м.

Дайка залегает в ларвикитовом (монцонитовом) массиве и прослежена в широтном направлении примерно на 2 км, ширина ее 20-35 м, падение на юг под углом 80^0. Средний минеральный состав якупирангита: 17% апатита, 40% ильменомагнетита, 8% ильменита, 30% клинопироксена, 5% амфибола и биотита. Акцессорные минералы: сфен, пирит, халькопирит, кальцит, тальк. Фтор-апатит содержит 803 г/т Y, 1488 г/т La, 3334 г/т Ce, 60 г/т Eu. Доказанные запасы составляют 35 млн. т руды со средним содержанием 6% P_2O_5, кроме того для открытой отработки доступны еще 35 млн. т вкрапленных руд.

Технологические испытания показали, что можно получать апатитовый (39% P_2O_5) и титаномагнетитовый (63.5%Fe, 9.6% TiO_2, 0.09% V) концентраты. Norsk Hydro выполнила оценку экономической эффективности открытой разработки месторождения в течение 15 лет с годовой производительностью 3 млн.т руды и выпуском 330 тыс.т апатитового, 800 тыс.т титаномагнетитового и, возможно, 80 тыс.т ильменитового концентратов в год. Оказалось, что разработка рентабельна только при условии сбыта титаномагнетитового концентрата.

Тальк

Месторождения талька обычно связаны либо с доломитами либо с серпентинитами. Все известные проявления талька в Норвегии связаны с серпентинизированными

офиолитовыми ультрамафитами, ультамафитовыми конгломератами или с обособленными ультрамафитовыми линзами. Компания Norwegian Talk AS является главным производителем талька в Норвегии. Она занимается добычей талька из ультрамафитов в Альтермарке, в Норландии. На площади Альтермарк все ультрамафитовые линзы оталькованы, и площадь известна как тальковая провинция. Добыча на месторождении Альтермарк (Altermark) началась компанией Norwegian Talk AS еще в 1932 г, и в начале 1980-х годов достигала 40 тыс. т талька в год. Разработка месторождения ведется подземным способом наклонной шахтой глубиной около 200 м. Из-за ограниченности запасов, компания с конца 1980-х до 1995 г. начала проводить на площади разведочные работы, включающие в себя бурение и геофизические исследования. Благодаря проведенным исследованиям, на площади Наккан-Эсьеклумпен юго-западнее рудника Альтермарк выявлено еще три тальк-карбонатных тела, запасы которых составляют около 10 млн. т. Тальковые тела представляют собой линзы, состоящие из нескольких слоев, доминирующим в которых является антигоритовый серпентинит. Линзы имеют следующий минеральный состав: тальк (45-65%), карбонат (30-50%), хлорит (0-4%), магнетит (0-3%). Современная продукция Norvegian Talc AS представлена тальк-карбонатным продуктом, состоящим на 60% из талька и на 40% - из магнезита.

Графит

Месторождение графита Скаланн (Skaland) расположено на острове Сенья. Месторождение разрабатывается компанией A/S Skaland Grafitverk.

Графитсодержащие породы - слюдяные сланцы – развиты на площади длиной 600 м и шириной 450 м. Простирание их меридиональное, падение на восток под углом 90-80^0. Графитсодержанщие линзы длиной до 200 м и шириной 5-6 м выклиниваются по простиранию. Залегание линз параллельно сланцеватости, погружение на юг. Основная залежь Топпганген прослежена на 250 м по простиранию и до 200 м на глубину. Средняя ее мощность 5-6 м (максимальная 24 м). Руды содержат 20-30% графита; после дробления и флотации получают 88-90%-ный графитовый концентрат. Жильные минералы руд: диопсид, роговая обманка, лабрадор, сфен, гранат, кварц, пирротин, скаполит и волластонит. Достоверные запасы руды составляют 250 тыс. т, вероятные - 650 тыс. т. Рудник действует с 1929 г., являясь самым крупным в Европе, и до недавнего времени обеспечивал 5% мировой потребности. Производство графитового концентрата составляет 10 тыс. т. В последнее время экономическое положение рудника Скаланн тяжелое из-за резкого увеличения добычи высококачественного

графита в Китае и, связанного с этим, существенного (на 2/3 падения цен на мировом рынке до 500 долларов за 1 т графита - 3500 норвежских крон).

Месторождение Вестеролен (Vesterålen) расположено в Северной Норвегии на площади Еннестад провинции Лофотен-Весеролен. В период 1899-1914 гг. в районе Лофотен-Вестеролен разрабатывалось несколько десятков графитовых залежей. В последующее время проявления графита доизучались наземной геофизикой и алмазным бурением, а в 1948-60 гг. – и включая тяжелые горные работы. Проявления графита находится в ассоциации с мраморами, амфиболитами и пироксеновыми гнейсами, прорванными различными чарнокитами и гранитами. Около 30 графитсодержащих тел мощностью в среднем 2-4 м залегают в виде эшелонированных линз согласно основной складчатости района. Наиболее крупные из них содержат около 250 тыс. т графита при среднем содержании углерода 20%. Руда содержит следующие жильные минералы: кварц, плагиоклаз, калиевый полевой шпат, биотит о ортопироксен. Преобладающий размер чешуек графита – 0,01мм^2, а соотношение между длиной и короткой осью составляет от 2 до 3 единиц. Флотационные испытания показали, что максимально возможные содержания графита составляют 97% с выходом полезного компонента 89%. Графитовые руды явились результатом гранулитовой фации метаморфизма обогащенных органикой осадков.

Доломит и брусит

Доломит-бруситовое месторождение Гранасен (Granåsen) расположено в 13 км севернее города Мосьен в Норланде и приурочено к Верхнему аллохтону Гелгеландского тектонического покрова Центрально-Скандинавских каледонид. Максимальная длина слагающих месторождение линз - 1200 м, ширина – 900 м. В целом площадь месторождения составляет 1,3 км^2, а наибольшая мощность - 400м. Месторождение сложено доломитовыми мраморами, подстилаемыми кальцитовыми мраморами, сменяемыми далее кальцит-слюдяными и слюдяными сланцами. Метаморфические породы сильно складчаты с главной осью с север-северо-запада на юг-юго-восток. Метаморфические отложения прорывает интрузив габбро Мосьен. Контакт габбро и вмещающих пород неровный, резкий. Доломитовые мраморы вдоль контакта подвергнуты контактовому метаморфизму, а брусит является одним из его конечных продуктов. Средняя мощность минерализованной зоны вдоль основного контакта колеблется от 40 до 800 м. Содержание брусита составляет около 17 вес.%. Месторождение Гранасен содержит около 100 млн. т высококачественного доломитового мрамора и 10 -15 млн. т бруситсодержащего доломита с содержанием

последнего в 17 вес.%. Результаты технологических испытаний показали возможность применения чистого доломитового мрамора для производства металлического Mg, огнеупоров, минеральной ваты, специального цемента и применения в сельском хозяйстве. Концентрат брусита может быть использован также для производства высококачественных огнеупорных материалов, MgO, металлического Mg и различных наполнителей.

Оливин

Месторождения оливина приурочены к дунитовому комплексу Фьюране и включают в себя три месторождения: Охейм (Альмеkловдален) (heim), расположенное к югу от Олесунна, Нурдаль, около Тафьорда и Лефдаль, около Охейма. Минералогический состав дунита определяется форстеритом (91.3%) и энстатитом (6.8%), химический – MgO (50.25%), SiO_2 (42.24%) и FeO (6.35%); присутствуют малые количества хромита (0.45% Cr_2O_3), талька и серпентита (обычно менее 1%). Оливин часто содержит 0.1-0.2% Ni. Добываемое компаниями A/S Olivin и Norddal Olivin сырье используется для получения литейных песков, блоков накопления и сохранения тепла, для футеровки доменных печей и т.д. Запасы месторождений составляют несколько сотен миллионов тонн с содержанием MgO 49%. Открытая добыча оливина составляла 315 тыс. т в 1974 г., около 2 млн. т в середине 1980-ых и достигла 3.2-3.6 млн. т в 1997-1999 гг. (66% общемировой).

Нефелиновые сиениты

Добыча нефелиновых сиенитов в Норвегии целиком производится компанией Norsk Nefelin вблизи Лиллебукта на острове Стьерней. Не считая канадского месторождения Блю Маунтин, это единственный в мире источник нефелиновых сиенитов для стекольной и керамической промышленности. Месторождение Лиллебукт (Lillebukt) локализовано в южной части одноименного щелочного интрузивного комплекса общей площадью 13 км^2, сложенного щелочными апатит-магнетитовыми пироксенитами, сиенитами и нефелиновыми сиенитами и карбонатитами (флогопитовыми силикосевитами). Возраст комплекса 523-543 млн. лет. Нефелиновые сиениты Лиллебукт слагают шток размером 1.8x0.3 км, вытянутый в северо-западном направлении и в целом характеризующийся падением на юго-запад под углом 70-80^0. Площадь выхода 270 тыс. м^2. Различают два типа нефелиновых сиенитов: а) биотитовые, образующие главным образом краевую часть штока и б) роговообманковые, слагающие центральную его часть. Оба типа нефелиновых сиенитов состоят преимущественно из пертитового полевого шпата (56%), нефелина (34%) и небольших количеств плагиоклаза, кальцита, клинопироксена, роговой

обманки, биотита, сфена и магнетита. Запасы до абсолютной отметки 200 м составляют 300 млн. т. Месторождение разрабатывается с 1961 г, в 1975-1988 гг. годовая продукция колебалась в пределах 200-260 тыс. т нефелинового сиенита; к концу 1990-ых годов она возросла до 300 тыс. т. Подземный рудник Лиллебукт является одним из наиболее интересных и производительных разработок в Скандинавии. Открытые забои имеют длину 50 м и ширину 25 м, а их высота достигает 265 м. Применение таких больших камер стала возможной вследствие применения специальной технологии. Руда измельчается до 30 мм под землей, на руднике занято 16 рабочих, а стоимость добычи не превышала в 1980-ых гг. 15 N.kr./т. В продажу поступает нефелиновый сиенит двух сортов: а) стекольный (фракция - 0,5 мм), составляющей 90% продукции и б) керамический (содержит 50% фракции - 0,01 мм) - 10% продукции. Химический состав обоих сортов: SiO_2 56%, Al_2O_3 24%, K_2O 9%, Na_2O_3 8%, Fe_2O_3 0.1% и TiO_2 0.1%.

4. Перспективы развития минерально-сырьевой базы Северо-Западного региона России.

Перспективное планирование геологоразведочных работ всех стадий является весьма важной задачей не только конкретных организаций, но и для МПР России в целом. Особенно актуальна эта проблема в настоящее время, когда, несмотря на весьма высокую изученность каждого региона, возникает много проблем не только по вопросам геологического строения, но и по состоянию минерально-сырьевой базы, особенно по таким важным полезным ископаемым, как золото, бокситы, никель, олово, марганец, фосфориты и т. д.

В основу планирования геологоразведочных работ всех стадий должно быть положено состояние прогнозных ресурсов важнейших для данного региона полезных ископаемых. При этом категории прогнозных ресурсов должны соответствовать строго определенным стадиям геологоразведочных работ. Причем стадии ГРР и соответствующие им категории ресурсов должны базироваться на минерагеническом районировании территории и строго соответствовать минерагеническим таксонам. Так, в результате региональных исследований масштаба 1:500 000 и мельче, должны быть выделены металлогенические (минерагенические) зоны, для которых определяется минерагенический потенциал или прогнозные ресурсы категории P_3, не привязанные к конкретным структурам. Эти зоны являются объектами для постановки ГСР-200, в результате которых должны быть выделены рудные районы и узлы, ресурсы которых оцениваются по категории P_3. В пределах узлов и районов проводятся ГСР-50 с общими поисками, задача которых – выделение рудных полей и оценка их ресурсов по категории P_2. На рудных полях ставятся поисковые работы, оконтуриваются площади потенциальных месторождений, дается их оценка по категориям P_2 и P_1 и определяется объект для постановки оценочных работ. В результате устанавливается промышленная значимость рудопроявления, дается оценка прогнозных ресурсов по категории P_1 и запасов по категории C_2 и составляется ТЭС целесообразности разведки месторождения.

На стадии разведки и доразведки месторождений, помимо оценки запасов по промышленным категориям, дается оценка прогнозных ресурсов только категории P_1 по неразведанным частям месторождений в основном на флангах и глубоких горизонтах, где есть основания для обнаружения новых рудных тел.

Таким образом, от ранних к поздним стадиям ГРР обеспечивается последовательная локализация перспективных площадей от минерагенической зоны, к рудному району (узлу), к рудному полю, к месторождению. Соответственно каждому

члену этого ряда отвечают строго определенные категории прогнозных ресурсов: МП (МР) – P_3 – P_2 – P_1 – C_2.

Этот принцип должен быть обязательным при выборе площадей для постановки любого вида работ. Именно категория прогнозных ресурсов определяет какая стадия ГРР должна быть поставлена.

Минерагеническое районирование проводилось с учетом всех поисковых критериев и признаков, а также тектонических особенностей территории, установленных по геофизическим, геологическим данным и материалам космо-аэроснимков. При этом вводится два паритетных наименования – минерагеническая зона и металлогеническая область. Последняя отличается изометрической формой. Минерагеническую область мы рассматриваем как часть минерагенической провинции, эквивалетной структурно-формационной зоне, образованной рядом родственных пространственно совмещенных геологических и рудных формаций нескольких тектономагматичесих циклов. В пределах минерагенических зон выделяются рудные районы и узлы, которые являются равнозначными понятиями, отличающимися тем, что в рудных районах имеются промышленные месторождения, а в рудных узлах только рудопроявления, представляющие собой часть минерагенической зоны, образованные одной, реже несколькими геологическими формациями в определенный период тектономагматического цикла и характеризуемые одной, реже несколькими рудными формациями, которые могут включать несколько рудных субформаций или минеральных типов месторождения. Границы рудных районов и узлов проводились по сумме поисковых критериев и признаков. Внутри них выделены рудные поля, под которыми понимаются структурно обособленные блоки, включающие месторождения и проявления полезных ископаемых единой формационной принадлежности. Такое подразделение достаточно хорошо увязывается со стадийностью геологоразведочных работ и дает представления и рекомендации по направлению дальнейших работ в регионе.

Структурно-формацирнные зоны, а с ними и минерагенические зоны, имеют длительную историю развития, подновляясь каждым тектоно-магматическим этапом, который несет свою рудную минерализацию. Следовательно, минерагенические зоны не могут быть мономинеральными. В них всегда содержатся несколько видов разновозрастной рудной минерализации. В то время как рудное поле контролируется конкретной изолированной тектонической структурой высоких порядков, сформированной единым тектоно-магматическим циклом и является мономинеральным (не считая парагенетических ассоций). Исходя из этих

представлений, предлагается схема мелкомасштабного минерагенического районирования Северо-Запада России по важнейшим типам рудной минерализации. Исходя из указанных принципов, в пределах Северо-Запада России выделяется 29 минерагенических зон.

В каждой минерагенической зоне выделены рудные районы (узлы) и в тех случаях, где позволяет масштаб, рудные поля (всего 90 ед).

4.1. Железные руды.

Мурманская область.

В пределах области выделяются две минерагенические зоны, перспективные на выявление железных руд формации железистых кварцитов: Заимандровская с Оленегорским рудным районом и Шонгуй-Волшпахкская.

Месторождения Оленегорского рудного района Заимандровской минерагенической зоны описаны ниже в главе 3.1 На всех месторождениях определены прогнозные ресурсы категорий P_1 и P_2 до глубин 300-1200 метров, которые приведены в таблице .

Кроме того, на учете стоят прогнозные ресурсы и запасы категории C_2 по проявлениям Железная Варака, и Свинцовотундровское и месторождениям Айвар и Волчьетундровское. Все ресурсы относятся к неэффективным и их рекомендуется учесть как резерв дальней перспективы.

Таблица

Запасы и прогнозные ресурсы железных руд месторождений и проявлений Оленегорского рудного района

Название месторождения, проявления	Глубина прогноза, м	Среднее содержание $Fe_{общ.}$, %	Запасы и прогнозные ресурсы руды, млн. т.			Завершенная стадия ГРР
			C_2	P_1	P_2	
Айвар М	C_2–P_1–500 P_2–500-1000	29.6	75.9	330	261	предварительная разведка
Волчьетундровское МНЗ	0-200	22.09	72.0	0.5		предварительная разведка
Железная Варака П	0-200	26.1	11.2	0.5		ПОР
Свинцовые тундры П	C_2–300 P_1–400 P_2–500	31.1	18.6	151		ПОР с подсчетом запасов

Месторождение Айвар расположено в Оленегорском районе в 5 км СЗ Оленегорского ГОК´а, в пределах Оленегорского железорудного района в непосредственной близости от месторождений Оленегорское и Куркенпахк. Площадь проявления 8 км^2.

На проявлении в 1965-68 г.г. были проведены детальные поиски и поисково-разведочные работы, в 1973-78 г.г. – геологическое доизучение и в 1987-90 г.г. поисковые работы на Юго-Восточном участке.

Железистые кварциты представлены мелкозернистыми полосчатыми рудами существенно магнетитового состава. Форма тел пластообразная, протяженность – 400-2070м, мощность от 20-40 до 80-100 м.

В 1972 г. проведен оперативный подсчет запасов по временным кондициям в контурах карьера, установленных Гипрорудой.

Запасы руды по месторождению: категория C_1+C_2 – 62.9 млн. т., забалансовые 13 млн. т. при содержании $Fe_{общ.}$ – 29.56%, $Fe_{раст.}$ – 26.17%. Прогнозные ресурсы: категории P_1–330 млн. т. (глубина свыше 500 м); P_2–261 млн. т. В 1987-90 г.г. выполнен подсчет запасов на Юго-Восточном участке по кондициям, принятым для Комсомольского месторождения. По участку оценены прогнозные ресурсы категории P_1 в количестве 23 млн. т. (до гл. 500 м), категории P_2 – 116 млн. т. (до глубины 1000 м) и категории P_3–122 млн. т. (до гл. 1000 м) при среднем содержании $Fe_{общ.}$–25.43%, $Fe_{маг.}$–20.15%. Выявленные ресурсы Юго-Восточного участка существенно не влияют на геолого-экономическую оценку месторождения в целом, так как их основное количество, за исключением двух рудных тел, выходящих непосредственно под наносы, находится на глубине свыше 500 м.

Отработка месторождения возможна четырьмя карьерами глубиной 155-235 м с общими запасами руды в контурах карьеров 35 млн. т. при содержании $Fe_{общ.}$–29.1%, $Fe_{маг.}$–23.7%. Остальные рудные тела могут отрабатываться лишь подземным способом, причем глубина запасов до 1000 м не является предельной.

На месторождении рекомендуется детальная разведка в контуре карьера. Увеличение рентабельности отработки возможно за счет переработки пород вскрыши и предварительного обогащения руды в карьере.

Проявление Железная Варака расположено в Оленегорском районе в 12-13 км ЮЗ г. Оленегорска, в непосредственной близости от месторождений Комсомольское, Печегубское и им. проф. Баумана.

По результатам общих поисков в 1932 г. на проявлении были утверждены запасы категории C_2 в количестве 35 млн. т. ($Fe_{общ.}$–27.28%), которые в 1965 г. были сняты с учета. В 1967-78 г.г. были выполнены детальные поиски и поисково-оценочные работы, в результате которых был выполнен подсчет запасов категории C_2 в количестве 11.2 млн. т. при содержании $Fe_{вал.}$–26.14%, $Fe_{раст.}$–22.7%. Прогнозные ресурсы категории P_1 до глубины 200 м оценены в 521 т.т.

Имеются перспективы обнаружения слепых тел на глубинах более 300 м от поверхности, но учитывая наличие значительных запасов для подземной отработки на других месторождениях, работы по выявлению этих ресурсов не планируются.

Проявление Свинцовые Тундры по своим параметрам аналогично подготовленному к эксплуатации месторождению Куркенпахк, но уступает ему большей удаленностью от ОФ (30 км против 12.5). Протоколом НТС «Мурманскгеолком» запасы категории C_2 в количестве 18.6 млн. т. приняты как забалансовые прогнозные ресурсы (P_1), составляют 151 млн. т.

По **Волчьетундровскому месторождению** институтом «Гипроруда» разработано ТЭО целесообразности детальной разведки, утвержденное Департаментом металлургии РФ. АО «Олком» решает вопрос о детальной разведке освоения этого месторождения. В случае положительного решения предполагается продолжить изучение проявления Свинцовые Тундры, поскольку железная дорога на Волчьи Тундры пройдет вблизи Свинцовых Тундр, что существенно повысит практическую значимость последних.

Шонгуй-Волшпахская минерагеническая зона. Наибольший интерес представляет центральная часть зоны, выделенная в качестве потенциально железорудного Центрально-Кольского узла. Перспективными рудопроявлениями в нем являются Шолтъявр, г. Половинная и оз. Пинкельявр, на которых в 1983-87 г.г. были проведены поисково-оценочные работы и подсчитаны запасы категории C_2 и прогнозные ресурсы P_1.

Таблица

Название проявлений	Глубина прогноза, м	Среднее содержание $Fe_{общ.}$,%	Запасы и прогнозные ресурсы руды, млн. т.			Завершенная стадия ГРР
			C_2	P_1	P_2	
г. Половинная	C_2–300 P_1–500	23.09	32.5	115.1	11.9	поисково-оценочная
оз. Пинкельявр		22.6	70.3	123	58.4	поисково-оценочная

Шолтъявр		21.0	62.6	64		поисково-оценочная
Итого по Центрально-Кольскому рудному узлу			165.4	302		

Участок г. Половинная располагается в 30 км к северу от с. Ловозеро, участок оз. Пинкельявр – в 50 км к востоку от шоссе Санкт-Петербург – Мурманск, Шолтъявр.

Магнетитовые кварциты относятся к оленегорскому геолого-промышленному типу и ассоциируют с различного состава гнейсами и амфиболитами саамского комплекса нижнего архея. Руды представлены пироксен-магнетитовыми кварцитами.

Проявления имеют аналогичное строение. Залежи состоят из кулисообразных рудных тел линзовидной, пластообразной формы, нередко с раздувами и пережимами. Протяженность тел магнетитовых кварцитов до 1400 и 3700 м, мощность от 3-10 до 20-30 м, в раздувах до 200-400 метров. Содержание железа валового изменяется от 15.7 до 40.2%. Подсчет запасов категории C_2 выполнен по параметрам постоянных кондиций Комсомольского месторождения методом вертикальных разрезов. Оценка прогнозных ресурсов проводилась по данным магниторазведки на флангах рудной зоны. Глубина залегания верхней кромки рудных залежей принималась, в среднем, 100 м, глубина оценки запасов – 300 м и ресурсов – 500 м.

Руды каждого из участков охарактеризованы одной лабораторно-технологической пробой, которые показали хорошую обогатимость. Получены кондиционные концентраты с содержанием железа общего – 65.7%, извлечением – 78-86%, выходом – 41%; извлечение магнетита достигает 87-96%. Концентраты отличаются низким содержанием лимитирующих примесей (P_2O_5–0.03%, сера 0.18%) и пригодны для всех видов металлургической переработки. Испытаниями с применением электромагнитных сепараторов установлена возможность выделения высококачественных железных суперконцентратов с содержанием железа до 70.8% при извлечении 68.4% (проявление г. Половинная). Из хвостов обогащения железных руд показана возможность выделения маложелезистых фракций кварцевого песка с содержанием железа 0.17-0.22% и выходом 8%, пригодного для

использования в стекольной и керамической отраслях промышленности. По качественному составу руды близки к рудам Кировогорского месторождения.

Выполненные по магнитометрическим данным ориентировочные расчеты дали количество железной руды в целом по проявлению г. Половинная – 356 млн. т., и проявлению оз. Пинкельявр – 352 млн. т.

Учитывая, что перспективы прироста запасов железных руд в Оленегорском рудном районе за счет крупных залежей практически исчерпаны, описанные участки, несмотря на значительную удаленность от транспортных путей, можно рассматривать в качестве реальной сырьевой базы железных руд в Мурманской области.

Республика Карелия.

Железные руды являются ведущими полезными ископаемыми Республики и одним из приоритетных объектов геологоразведочных работ. Все месторождения и проявления сосредоточены в Западно-Карельской металлогенической зоне, включающий Костомукшский железорудный район и Гимольский рудный узел.

В Костомукшский железорудный район входят промышленные Костомукшское и Корпангское месторождения и ряд рудопроявлений: Северо-и Южно-Костомукшское, Западное, Кондокское и другие.

Все железные руды относятся к геолого-промышленному типу железистых кварцитов (костомукшскому) и размещаются в кремнисто-сланцевых и вулканогенных толщах верхнего лопия. Месторождения железистых кварцитов описаны в гл….. Ниже приведена характеристика и прогнозные ресурсы железных руд основных проявлений.

Таблица

Проявления	Мощ-ность рудн.тел, м	К-во рудн.тел, в т.ч. кондиц. (знамен.)	Глубина подсч. $\frac{Fe_{вал.}}{Fe_{магн.}}$, м	Средние сод-ия $\frac{Fe_{вал.}}{Fe_{магн.}}$%	Кондиции по $\frac{Fe_{вал.}}{Fe_{магн.}}$ %	Запасы категор. C_2,млн.т (забалансовые)	Ресурсы, млн.т.	
							P_1	P_2
Северо-Костомукшское	5-36 ср.26	1	$\frac{200}{400}$	$\frac{33}{294}$	$\frac{22}{}$	49	50	
Южно-Костомукшское	1.3-1.5	$\frac{10}{3}$	$\frac{100\text{-}300}{400}$	$\frac{27.2}{23.3}$	$\frac{}{10}$			206
Кондокское	5-70	$>\frac{10}{6}$	500	$\frac{30.0}{25.7}$	_10	84	85	
Западное	2-30	>10	$\frac{200}{400}$	$\frac{25.1}{14.8}$	$\frac{22}{-}$	104	135	
Итого						237	270	206

На всех проявлениях проведены поисково-оценочные работы, кроме Южно-Костомукшского (поисковые). В дальнейшем железные руды перечисленных проявлений могут быть источником увеличения сырьевой базы Костомукшского ГОКа.

Гимольский рудный узел включает Межозерское и Гимольское проявления. Железные руды представлены магнетитовыми кварцитами и сланцами биотит-грюнерит-магнетитового, актинолит-магнетитового состава. Содержание железа общего в среднем 28-32 %, растворимого – от 19 до 32 %, железа магнетитового колеблется от 14-18 до 21-26 %. Руды относятся к труднообогатимым и требуют тонкого измельчения. При конечной крупности измельчения 90 % руд класса 0.044 мм и мокрой магнитной сепарации может быть от 57 до 65.07 % и серы от 0.15 до 1.15 % (Межозерское месторождение).

По всем объектам подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 до глубины 300 м при средних содержаниях железа 32.2 % в следующих количествах: Межозерское проявление – 276 млн. т, Гимольское проявление – 177 млн. т, Гимольский рудный узел в целом – 160 млн. т.

4.2. Марганцевые руды.

Марганцевые руды относятся к категории особо дефицитных. После распада СССР Россия осталась практически без промышленных месторождений марганцевых руд, поэтому поиски и разведка эффективных для освоения запасов марганцевых руд с целью создания собственной сырьевой базы является важнейшей задачей.

Республика Коми.

Перспективы расширения сырьевой базы марганцевых руд связаны с новой, выявленной в последние годы марганцеворудной площадью в Средне-Тиманском рудном районе, в районе Ворыквинской группы бокситовых месторождений.

В 1996-2000 г.г. ООО «Геолог–1» на этой площади проведены целенаправленные поисковые работы на марганец с применением бурения скважин по сети 200х2000-2400м и сгущением до 100-50м с полным комплексом опробования и лабораторных исследований (Кретова, 2000).

Марганценосным горизонтом являются глинисто-карбонатные толщи рифейского субстрата, подверженные интенсивному карстообразованию, неравномерному послойному выщелачиванию и гипергенному разложению с образованием глинисто-охристых кор выветривания, содержащих линзы и маломощные прослои железисто-марганцевых охр пероксидного типа. Предположительный возраст образований коры выветривания и продуктов переотложения – палеоген-неогеновый.

Полоса распространения марганценосных продуктов выветривания и карстового переотложения прослежена вдоль Четласского выступа фундамента не менее, чем на 25км, ширина её от 0.3-0.5км до 3.5км. Глубина залегания рудного пласта 1.5-35.0м, мощность 6-10м. Минеральный состав руд представлен псиломеланом, вернадитом, рансьеитом, пиролюзитом, асболаном в тесной ассоциации и тонких срастаниях с гидрогетитом, гетитом, каолинитом, гидрослюдой с примесью карбонатов и кварца. Содержанием $Mn_{общ.}$ до 15-33%, $Fe_2O_{3\ вал.}$ до 23-34%. Промышленный тип руд – оксидные вторичные.

Скважинами подсечены два марганцевых проявления с содержаниями металлического марганца не менее 10% на мощность до 2.5-4.4м, по которым проведена оценка прогнозных ресурсов категории P_1 (с использованием бортовых содержаний Парнокского месторождения Mn >10%) в количестве 2.77 млн.т. Для всей опоискованной площади прогнозные ресурсы категории P_2 составили 4.47 млн. т.

Две технологические пробы весом по 100 кг показали, что руды Ворыквинской площади относятся к труднообогатимым по традиционным технологиям из-за тонких срастаний железисто-марганцевых минералов (НВП «Центр-ЭСТАгео»). Положительные результаты дают схема обогащения с предварительным магнетизирующим обжигом и схема переработки руд методом сегрегационного галоидно-углеродистого или восстановительно-хлорирующего обжига при t° 970°-1200°С, которые на Ворыквинских рудах не опробованы.

В продуктах выветривания и технологического обогащения марганцевых руд установлено аутигенное золото 750-850 пробы с размером частиц 40-60 мкм в железистых и глинисто-железистых «рубашках» и примесь кобальта до 0.1-0.5% (по данным ПСА).

В настоящее время на площади Четласского Камня выполняются оценочные работы на марганец, которые должны обеспечить оперативный прирост запасов марганцевых руд по категории C_2 в количестве 4 млн. т.

Кроме того, проводится комплексное изучение зоны распространения выветрелых и частично переотложенных продуктов вдоль всего восточного обрамления Четласского Камня.

Архангельская область.

Прогнозные ресурсы марганца утверждены на Пешской площади, которая расположена на территории Ненецкого автономного округа, в бассейне р. Пеша, в пределах юго-восточной оконечности Чешской губы. В структурном плане площадь

располагается в восточной части Пешской впадины Мезенской синеклизы, вблизи ее сочленения с Тиманским кряжем. Марганцевое оруденение приурочено к песчано-алевролито-глинистым отложениям оксфорд-кимериджского яруса верхнеюрского возраста и подстилается глинами и алевритами келовейского яруса верхней юры. Мощность перекрывающих отложений четвертичного и верхнеюрского (волжский ярус) – нижнемелового возрастов варьирует от первых метров до 170 м. Валовое содержание марганца колеблется от 0.21 % до 19.44 %. Руды относятся к осадочному генетическому типу: карбонатному и оксидно-карбонатному.

В пределах площади выявлено два проявления марганцевых руд: Безмошицкое и Прищатиницкое.

На **Безмошицком** проявлении в результате поисковых работ скважинами вскрыто три рудных тела мощностью от 0.6 до 3.5 м, прослеженные по простиранию на 400-1000 м и на глубину от 12 до 30 м. Структура оксидных руд бобовая, оолитовая. Основной рудный минерал манганит. В этих рудах содержание металлического марганца составляет 40.28-48.65 %, железа – 4.55-7.31 %, фосфора – 0.41-0.66 %, кремния – 6.65-10.05 %, отмечается повышенное содержание никеля до 0.16 %, цинка – 0.09 %, кобальта до 0.011 % и бария до 0.1 %. Карбонатные руды имеют массивную, брекчиевидную (кусковатую) структуру. Преобладающий минерал – родохрозит, нерудные ресурсы категории P_1 в количестве 72 тыс. т. В результате лабораторных исследований оксидных и карбонатных руд (ВИМС) установлены следующие режимы обогащения:

– для оксидных руд – промывочно-гравитационно-флотационный, позволяющий получать оксидные концентраты, содержащие 44.4-48.2 % марганца при извлечении 56.6 %;

– для карбонатных руд – промывочно-магнитофлотационный или сухая флотация исходной руды, позволяющие получать карбонатный концентрат, содержащий 29.2 % марганца при извлечении 57.9 %.

По промышленным типам руд, их минеральному составу и качеству концентрата руды Безмошицкого проявления близки рудам Никопольского месторождения марганца.

Прищатиницкое проявление, находящееся в 20 км к север-северо-западу от Безмошицкого, вскрыто двумя скважинами на глубине 136.8-142.3 м в виде прослоев мощностью от 0.1-0.2 м до 1.2 м с содержанием марганца 14.87-19.53 %. Руды карбонатного типа – родохрозит, манганокальцит. Прогнозные ресурсы марганца категории P_2 оценены по результатам ГГС-50 с общими поисками и составляют 1 млн.

т. Оба проявления получили отрицательную оценку в связи с незначительными прогнозными ресурсами.

Кроме того, была выполнена оценка прогнозных ресурсов марганцевой руды категории P_3 для всей Пешской площади, которые были утверждены НТС ПГО «Архангельскгеология» в количестве 317 млн. т на площади 1200 км^2 при мощности рудного пласта 2 м (Кочетков, 1988). Учитывая качественную характеристику марганцевой руды на изученных проявлениях, предполагается, что можно ожидать среднее содержание марганца на прогнозируемом месторождении для окисных руд в пределах 10-21 %, для карбонатных – 12-13 %. Данная площадь может являться объектом исследований с целью выявления крупных месторождений марганца. Однако слабая изученность территории, преобладание труднообогатимого карбонатного типа руд, незначительное содержание в них марганца, незначительная мощность рудных тел и значительная глубина развития потенциально марганценосных отложений (70-170 м), экономическая неосвоенность района, удаленность от основных транспортных артерий и потребителей марганцевой руды позволяют рассматривать прогнозные ресурсы лишь в качестве перспективного планирования, после 2010 года. На Пешской площади рекомендуется продолжение ГГС-50 с общими поисками в комплексе с ГГС-200.

Проявления марганца известны в пределах Вайгач-Пайхойской минерагенической зоны в Красиловском рудном узле.

Здесь выявлены многочисленные проявления окисных и карбонатных руд марганца (Юбилейное, Нядейское и др.) и железа в зонах дробления и трещиноватости среди яшмовидных кремнистых сланцев верхнего девона. Ни одно из проявлений не получило окончательной оценки на глубину. В рудоносных зонах мощностью до 150-220 м выделяются пласты мощностью 1-5 м с содержанием марганца от 10 до 40 % – были сняты МПР в 1998 г.

По отдельным проявлениям подсчитаны прогнозные ресурсы марганцевых руд категории P_2 в количестве 20 млн. т при средних содержаниях марганца 30 % и по рудному узлу в целом на площади 900 км^2 до глубины 600 м по категории P_3 – 100 млн. т. Тем не менее, учитывая высокие содержания марганца и недостаточную изученность проявлений, предлагается принять к учету ресурсы марганцевых руд на далекую перспективу.

Ленинградская область

В результате морских геолого-съемочных работ м-ба 1:200 000, проведенных в акватории Финского залива (Бутылин, 1986; Москаленко, 1990; Федоров, 1995) в восточной части выявлены железо-марганцевые конкреции (ЖМК), которые

представляют новый нетрадиционный вид полезного ископаемого для северо-запада и, в связи с дефицитом на марганцевое окисное сырье в России, приобретают важное значение.

Лабораториями НИИ "Гипроникель" и Петербургского горного института, совместно с ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова и ВСЕГЕИ разрабатывается технология переработки ЖМК Финского залива для получения концентратов, по своим параметрам применимых к использованию в производстве объединения "Ижорский завод", а также как сорбентов для очистки техногенной воды и газа.

Широкое распространение железо-марганцевых проявлений закартировано в районе островов Мощный, Большой Тюгерс, Гогланд и другие.

В центральной и южной частях акватории Финского залива ООО "Петротранс" проводило поисковые и поисково-оценочные работы на ЖМК. Выделено 19 полей максимальных скоплений ЖМК с содержанием 20-40кг/м^2.

Практический интерес представляют 7 участков общей площадью 32 кв.км, расположенных в пределах Конорской и Лужской губ и в центральной части залива (Мощный 1, 2, Банка Фарватер).

ЖМК встречены примерно на 30-40 % площади в диапазоне глубин 6-60 м. Отмечаются два уровня (15-25 м и 40-70 м), на которых конкреционный покров характеризуется повышенной плотностью. Практическое значение имеют "глубоководные" конкреции, которые характеризуются преобладанием сферических форм и имеют существенно марганцевый или железо-марганцевый состав. Размер конкреций от 2 мм до 3-6 см, строение концентрически-зональное. Промышленный интерес представляют сплошные конкреционные поля, которые имеют линейную форму (ширина 300-500 м, протяженность до 10 км) и приурочены к периферии котловин. Конкреции располагаются в слое песчано-глинистого алеврита или глинистого песка, перекрывающего собственно глинистые отложения. Мощность этого слоя может достигать 3 см, но обычно составляет 5-15 см. Минералы марганца в изученных конкрециях представлены бернесситом, манганитом, реже бузеритом. Содержания $MnO_{вал}$ изменяются от 27.58 до 64 %, Fe_2O_3 от 20.9 до 34 %, среднее содержание MnO составляет 36.5 %. Отношение Fe/Mn составляет 20-0.25. следует отметить повышенное содержание $P_2 O_5$, которое колеблется от 2.70 до 4.88 % и даже 7.16 %, а также палладия – 1.28 г/т. Продуктивность "глубоководного" перспективного слоя (глубины 45-50 м) колеблется от 20 кг/кв.м до 40-50 кг/кв.м.

Результаты лабораторных испытаний показали возможность путем пирометаллургического предела получить богатый марганцем шлак, удовлетворяющего

требованиям к качеству марганцевых концентратов для получения ферромарганца. Технологическая проба весом 2 т (1.5 т ЖМК) направлена на испытание на Обуховский завод.

ООО "Петротранс" готовит материалы для представления в ТКЗ СЗДПР (ГКЗ РФ) по участкам Конорская 1, 2; Лужская –1, Мощный 1, 2; Банка Фарватер.

Ориентировочно суммарные запасы (C_2) и прогнозные ресурсы ($P_1 + P_2$) ЖМК по 6 участкам оцениваются в 2-2.5 млн.т, которые могут быть объектами опытно-добычных работ.

Новгородская область.

В районе рек Ловать и Порусья известны проявления марганца – Ожедово, Дроздино, Рахлицы, Старая Переса и другие, которые приурочены к Ловатьскому рудному полю. В голубовато-серых, серовато-бурых, буровато-охристых глинах верхнедевонских отложений отмечаются линзы и гнезда диаметром до 10 см сажевидных налетов марганца вокруг алевритовых зерен, синевато-черные включения вдоль микротрещин диаметром до 10-12 см. Мощность слоя, обогащенного марганцем 1.5-4.5 м. Размеры рудоносных линз в среднем 3-4 см, количество гнезд и линз рудного материала размером до 7 х25 см – 2-3 шт./кв.м. Содержание MnO от 7 до 18.75 и 26 %. Марганцевые минералы представлены пиролюзитом. Здесь же отмечаются повышенные содержания свинца 0.2 %, молибдена 0.02-0.4 %.

Площадь Ловатского рудного поля 240 кв.км. Принимаем, что слои, обогащенные марганцем. составляют 1/5 часть всей площади, т.е. 50 кв.км, средняя мощность слоев – 2 м, удельный вес глин 2 т/куб.м. Прогнозные ресурсы категории P_3 марганцевой руды при понижающем коэффициенте 0.05 составят 50000000 х 2 х 2 х 0.05 = 10 млн.т руды.

Данная площадь перспективна также на молибден и тугоплавкие глины и рекомендована для проведения поисковых работ.

4.3. Хромитовые руды.

Мурманская область.

Перспективными на выявление промышленно-значимых проявлений хромитовых руд являются три района:

1. Мончеплутон (Сопчеозерское месторождение)

2. Массивы Имандровской группы (месторождение Б. Варака, проявление Восточно-Умбареченское)

3. Массивы Серпентинитового пояса (Падос-Тундра, Чапес и др.)

Первые два района расположены в Мончегорско-Панской металлогенической зоне.

Месторождения Сопчеозерское и Большая Варака описаны в главе….

В настоящее время поиски хромовых руд ведутся в пределах **Восточно-Умбареченского проявления**. В результате поисково-картировочного бурения вскрыт рудный блок (площадью около 1 км^2), представленный меланократовыми габбро-норитами с двумя горизонтами средневкрапленных хромовых руд средней мощностью 1.5 и 1.0 м. Содержание Cr_2O_3 колеблются в пределах 22.8-26.7%. Прогнозные ресурсы категории P_1 оцениваются в 4 млн. т. Около 80% ресурсов локализованы до глубины 100 м, остальные – в пределах глубин 100-150 м. На флангах поисковой площади прогнозные ресурсы категории P_2 составляют 5 млн. т. до глубины 150 м и 17 млн. т. до глубины 300 м. Работы продолжаются.

Рудопроявления массива Падос-Тундра и других ультраосновных массивов «Серпентинитового пояса» находятся в одноименном рудном узле, расположенном в 100 км севернее г. Ковдор, (с которым связан единственной грунтовой дорогой), в зоне сочленения Лапландского и Карела Тундровского блоков. «Серпентинитовый пояс» длиной около 40 км включает более 12 линзовидных массивов протяженностью до 6-7 км. (Падос, Ханлаут, Чапес и др.). Массивы сложены гарцбургитами, оливинитами, пироксенитами, подверженными серпентинизации, антигоритизации, хлоритизации, амфиболизации, отальковании и карбонатизации. Известны также жильные породы – карбонатные (магнезиальные) с гнездами чистого кристаллического талька, жилы асбеста и хромитов.

Массив Падос открыт в 1932 г. в результате геологической съемки масштаба 1 : 1 000 000, в 1938 г. проведены поисково-разведочные работы с применением буровых, горных и геофизических работ; в 1956-59 г.г. проводились геолого-поисковые работы на антофиллит-асбест. С 1993 по 1998 г.г. на массиве возобновлены геолого-разведочные работы, пробурено 14 поисковых скважин глубиной 10-200 м, пройдено 69 канав.

Хромитовое оруденение приурочено к серпентинизированным дунитам в виде линз, жил, гнезд и образует прерывистый горизонт протяженностью 500 м при ширине 50 м (массив Падос). Мощности линз сплошных и густовкрапленных руд – от 0.2 до 1.1 м. Содержание Cr_2O_3 в массивных рудах 45%, Fe_2O_3–28%, в густовкрапленных рудах от 13 до 33% Cr_2O_3. Подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_1 в количестве 2.5 млн. т при содержании C_2O_3 – 25%.

Из остальных, наиболее крупными и легкодоступными, в пределах пояса являются массивы Ханлаут, Западный и Восточный Чапес-Варака, Ягельная Тундра. Массивы имеют сходные условия залегания, внутреннее строение, состав.

По аналогии с массивом Падостундра они являются потенциальными для обнаружения промышленных скоплений хромита, талька, магнезита, платиноидов.

Прогнозные ресурсы хромитовых руд этих массивов по категории P_3 оцениваются в 10-12 млн. т. руды при содержании Cr_2O_3 не менее 25%. Суммарные прогнозные ресурсы категории P_3 всех массивов оцениваются в 25 млн. т. руды.

В связи с открытием месторождений Сопчеозерское и Большая Варака (на первом в настоящее время завершается разведка и параллельно ведется опытно-промышленная разработка, на втором – закончены поисково-оценочные работы) дальнейшее изучение массивов «Серпентинитового пояса» откладывается на дальнейшую перспективу.

Таблица

Прогнозные ресурсы хромовых руд по территории Мурманской области на 01.01.2003 г.

Металлогеническая зона, рудный узел, объект прогнозирования	Прогнозные ресурсы, млн. т			Среднее содержание Cr_2O_3, %	Завершенная стадия работ
	P_1	P_2	P_3		
Мончегорско-Панская М. З. Восточно-Умбареченское П	4			25	Поисковые работы
Рудный узел «Серпентинитовый пояс»			25	25	Общие поиски, съемка 1:200 000
г. Падос П	2.5			25	Поисковые работы

Республика Карелия.

Все ресурсы хромитовых руд, представляющих промышленный интерес, сосредоточены в Бураковско-Аганозерском массиве Бураковского рудного узла.

Кроме Аганозерского месторождения хрома основные перспективы связываются с Шалозерским проявлением, параметры которого уникальны. Рудная залежь представлена одним хромитовым горизонтом, названным Шалозерским хромитовым горизонтом (ШХГ). По своему положению в разрезе этот горизонт является полным аналогом Главного хромитового горизонта Аганозерского блока.

ШХГ образует пластообразную залежь протяженностью по простиранию около 22 км с падением к центру блока под углами 15-30°. Максимальная глубина подсечения хромитового горизонта 194.6 м. Истинная мощность варьируется от 2.0 до 5.0 м, составляя в среднем 3.1 м. В краевых частях Шалозерского блока интенсивно проявлена разрывная тектоника и рудное поле приобретает мелкоблоковое строение со смещением блоков по горизонтали до 600 м и вертикали до 100-150м. Для рудного пласта характерна интенсивная трещиноватость, отталькование, серпентизация и карбонатизация. Хромовые руды представляют собой оливин-пироксен-хромитовые, оливин-хромит-пироксеновые породы. По содержанию оксида хрома руды относятся к убогим и бедным. Средневзвешенное содержание Cr_2O_3 составляют 10.51 % для редковкрапленных и 18.53 % для средневкрапленных руд. Попутными компонентами хромовых руд являются элементы платиновой группы и золото.

Оценка прогнозных ресурсов хромовых руд проведена по категории P_2 до глубины 300 м и по категории P_3 в интервале 300-500 м. Они составляют соответственно 181 и 122 млн.т руды (борт Cr_2O_3 – 10%). Подсчет производился методом геологических блоков в их проекции на горизонтальную плоскость при бортовых содержаниях оксида хрома 5 и 10 % и средневзвешанных содержаниях соответственно 15.29 и 17.06 %. По суммарному объему прогнозных ресурсов (303 млн.т руды) Шалозерское проявление представляет собой уникальный объект убогих хромовых руд. Принимая во внимание, что изучены периферические части рудной залежи и по аналогии с Аганозерским месторождением, можно ожидать улучшения параметров оруденения на глубину, где вполне реальны содержания Cr_2O_3 на 8-9 % выше (до 23-24 % Cr_2O_3 в руде), чем в современном эрозионном срезе, и увеличение мощности горизонта в 1.5-2 раза. Максимальная глубина погружения продуктивной части разреза по геолого-геофизическим данным составляет 1700 м. В интервале глубин 500-1700 м можно ожидать еще не менее 350 млн.т хромовых руд (P_3) на площади около 65 кв. км. Минерагенический потенциал Шалозерского блока по масштабам оруденения может быть сопоставим с пластом Стилпорт (Бушвельд), уступая ему в качестве руд. Горизонты хромититов в ультраосновной зоне и их контакты наиболее благоприятны для локализации благороднометальной минерализации.

Таким образом, открытие на площади Бураковско-Аганозерского рудного узла Аганозерского месторождения и Шалозерского проявления с прогнозными ресурсами более 700 млн. лет позволяет говорить о появлении в России новой хромитоносной провинции, потенциал которой достаточно велик.

Республика Коми.

Сырьевая база хромитовых руд в пределах Полярно-Уральской минерагенической зоны связана с крупнейшими хромитоносными гипербазитовыми массивами: Райизским и Войкаро-Сынинским. Небольшая часть последнего (~200 км^2) находится на территории Республики Коми.

В настоящее время разведано и подготовлено к освоению крупное месторождение хромитов Рай-Из, находящееся на территории ЯНАО и представленное высокохромистыми легкообогатимыми рудами. В массиве преобладают вкрапленные руды с 25-35% Cr_2O_3. В богатых рудах содержание Cr_2O_3 более 45%. В 2002-2003 г.г. планируется подготовить запасы хромитовых руд в количестве 8-9 млн. т. для постановки на Госбаланс, а с 2003 г. предполагается начать строительство ГОК'а и промышленную эксплуатацию месторождения. Суммарные прогнозные ресурсы хромитов всего массива Рай-Из оценены в 120-140 млн. т.

Открытие крупных коренных месторождений хромитов в пределах Войкаро-Сынинского массива, находящегося на территории Республики Коми, маловероятно. Здесь выделен Хойлинско-Лагортинский рудный узел и несколько потенциальных рудных полей, наиболее перспективными из которых являются Хойлинское, Кечьпельское, Харотское и Верхне-Лагортинское, где в настоящее время ведутся поисковые работы.

Войкаро-Сынинский массив сложен породами дунит-гарцбургитового комплекса. В телах дунитов выделяются рудные обособления, представленные средне- и густовкрапленными, реже массивными, хромитовыми рудами мощностью от первых см до 2-4м, иногда до 50 метров. По простиранию рудные тела прослежены не менее, чем на 500м.

Принята следующая градация руд: массивные густовкрапленные с содержанием окиси хрома 45% и более, средневкрапленные – 30-45% и редковкрапленные – 15-30%.

В **Хойлинском рудном поле**, площадью 25км^2, известны 4 проявления, наиболее перспективным из которых является Хойлинское. Здесь дуниты содержат массивные и вкрапленные руды, сложенные субферриалюмохромитом и магниевым алюмохромитом.

Форма рудных тел линзовидная и трубообразная, мощность от 0.2 до 8.5 м. Содержание окиси хрома от 16.9 до 39.5%, среднее по участку – 35 %.Рудные тела исследованы лишь с поверхности.

Прогнозные ресурсы категории P_2 на проявлении до глубины 300 м оценены в 600 т. т., категории P_3 по рудному полю в целом – 20 млн. т.. На проявлении в настоящее время ведутся поисково-оценочные работы.

В пределах Хойлинского рудного поля, кроме рудных тел хромитов в коренном залегании, обнаружены элювиально-делювиальные развалы рудных обломков, образующих зоны протяженностью более чем на 2 км, шириной от 50 до 250 м, мощностью от 3-5 до 10-15 м (среднее – 7 м), в развалах встречены массивные и густовкрапленные руды. Среднее содержание хромита в россыпи оценивается в 25-30 кг/м3, в крупных глыбах – более 200 кг/м3. Размеры обломков хромитов от 0.01 до 1 м в поперечнике. В трех шлиховых пробах установлено наличие зерен платины размером до 0.5 мм (1,5 и 13 знаков). Прогнозные ресурсы (P_1) хромита до 30 тыс. т. В пределах рудного узла предполагается до 20 мелких неоцененных россыпных проявлений с запасами до 10-30 т.т., и суммарными ресурсами в 500-600 тыс. т. (P_3), отработку которых можно организовать старательскими силами.

Кечьпельское рудное поле площадью 7 км^2 объединяет 9 проявлений вкрапленных, массивных и струйчато-прожилковых хромитов. Рудовмещающими являются гарцбургиты, войкариты и дуниты. Рудный минерал представлен хромитом-магнийхромпикотитом. Протяженность рудных тел 7-70 м, мощность – 0.5-4.5 м. Содержание окиси хрома от 10.5 до 44.5 %, в среднем – 25%. Прогнозные ресурсы до глубины 300 м категории P_2 – 150 тыс. т., P_3 – 5 млн. т. Предполагается обнаружение более богатых руд на глубине.

Харотское рудное поле площадью 6 км^2 приурочено к апикальной части дунитов и объединяет три проявления. Протяженность рудных тел от 12 до 68 м, мощность 0.2-3.5 м, среднее содержание окиси хрома от 10 до 25 %, среднее 20%. Руды редковкрапленные, представлены хромитом-магниевым субферриалюмохромитом. Рудные тела оценены лишь с поверхности при проведении общих поисков. Прогнозные ресурсы категории P_2 составляют 50 тыс. т., а рудного поля в целом (P_3) – 2 млн. т., все до глубины 300 м.

Верхнелагортинское рудное поле площадью 5 км^2 включает одноименное проявление, на котором выявлены 4 зоны шлирово-струйчатых, массивных и мелконодулярных руд. Оруденение приурочено к дунитам и представлено магнезиальными хромитами. Протяженность зон по простиранию в среднем 200 м, мощность 1.5 м, среднее содержание окиси хрома 45%. Прогнозные ресурсы до глубины 300 м составляют по категории P_2 – 250 тыс. т., P_3 – 5 млн. т.

Учитывая непосредственную близость к разрабатываемому Хойлинскому месторождению баритов, проявления хромитов заслуживают дальнейшего изучения и в перспективе добыча хромитов может оказаться рентабельной.

Территориальными программами 2001-2002 г. г. предусмотрены поисковые работы на хромитовые руды Хойлинско-Лагортинского рудного узла с определением оперативного прироста запасов категории P_1 – 400 тыс. т. и P_2 – 12 млн. т.

В проявлениях хромитовой минерализации нередко отмечаются повышенные концентрации золота (до 10 г/т и более), платины и платиноидов, осьмия, иридия (до первых г/т), что может способствовать повышению ценности хромитовых руд.

4.4. Титан, ванадий.

Мурманская область.

Собственно титановых и ванадиевых месторождений в Мурманской области нет.

Важное значение их ресурсы приобретают как нетрадиционные для области полезные ископаемые. Наибольший интерес представляют нижнепротерозойские габбро-нориты Имандровской группы массивов Мончегорско-Панской минерагенической зоны и верхнеархейские массивы габбро-анортозитов Цагинско-Кейвской минерагенической зоны.

В пределах Цагинско-Кейвской минерагенической зоны ильменит-титаномагнетитовые руды приурочены к массиву метагаббро-анортозитов в зоне Северо-Кейвского разлома. Представляющими интерес проявлениями являются Магазин-Мусюр и Куроптевское.

Проявление Магазин-Мусюр расположено в Ловозерском районе в 90 км к ВЮВ от пос. Ловозеро. Район экономически не освоен. Общая протяженность рудной зоны по данным магниторазведки составляет 5 км при ширине 50-200 м.

В 1975-80 г.г. поисковыми работами (19 скважин, 76 канав) выявлено 9 крутопадающих рудных тел длиной 150-1100 м, шириной 7-30 м, средней мощностью около 13 м. Глубина распространения руд по данным магнито- и гравиразведки не менее 300 м. Руды – вкрапленные, густовкрапленные и сплошные ильменит-титаномагнетитового состава, ванадийсодержащие. Соотношение между титаномагнетитом и ильменитом 4-5:1.

Содержание полезных компонентов по данным экспертизы в различных типах руд следующие (%):

Таблица

Типы руд	$Fe_{раств.}$	TiO_2	V_2O_5	P	S
Вкрапленные	22.4	4.8	0.4	0.08	<0.05
Густовкрапленные	35.4	7.1	0.6	0.07	<0.05
Сплошные	45.0	9.0	0.7	0.07	<0.05

Ресурсы категории P_1 до глубины 100 м составляют руды TiO_2 – 3.5 млн. т., V_2O_5 – 300 т. т. при средних содержаниях соответственно $Fe_{раств.}$ – 28.0%, TiO_2 – 5.83%, V_2O_5 – 0.5%. Ресурсы категории P_2 (глубина от 100 до 200 м от поверхности) – аналогичные цифры.

Технологическими, пригодными для производства титана, могут быть только сплошные руды, запасы которых составляют 18-20% от общего объема руд.

Таблица

Технологическая характеристика сплошных руд

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Fe	TiO_2	V_2O_5	Fe	TiO_2	V_2O_5
Железный концентрат	73.0	67.0	4.3	0.58	87.0	31.0	94.1
Ильменитовый концентрат	14.4	37.0	46.4	0.18	9.7	65.0	5.8
Исходная руда	100	55.12	10.12	0.45	100	100	100

Рекомендуется дальнейшее изучение данного проявления, т.к. имеющейся геологической информации для окончательной геолого-экономической оценки недостаточно.

Проявление Куроптевское расположено в Ловозерском районе в 143 км к ЮВ от пос. Ловозеро. Район экономически не освоен.

Ильменит-титаномагнетитовые руды формируют две рудные зоны, оконтуренные по магнитным аномалиям более 50 мэ. В пределах этих зон выделены рудные тела по магнитным аномалиям более 100 мэ. Одна рудная зона протягивается с перерывами на 2.8 км при ширине 20-50 м, вторая – на 2.3 км и имеет линзовидное утолщение размером 700х100 м. В 1974-75 г.г. на проявлении пройдено 57 канав и для изучения технологических свойств отобрана задирковая проба богатых руд весом 50 кг.

Руды представлены следующими морфологическими типами:

– вкрапленные с содержанием ильменит-титаномагнетита 25-50%, $Fe_{раств.}$ – 20-34%, которые составляют – 16% разреза зон;

– вкрапленно-гнездовые при тех же характеристиках (9% разреза);

– богатые с содержанием ильменит-титаномагнетита >60%, $Fe_{раств.}$ 40-53% (~50% разреза);

– оруденелые и безрудные амфиболиты (25% разреза).

Максимальная вскрытая мощность богатых руд 5.4 м. Руды состоят в равном количестве из ильменита и малотитанистого титаномагнетита. Содержание $Fe_{раств.}$ от 20 до 52.76%, TiO_2 от 4.55 до 14.31%, V_2O_5 от 0.15 до 0.32% при низких содержаниях вредных примесей. По результатам микрозоидового анализа почти весь титан находится в ильмените, а ванадий – в титаномагнетите.

Прогнозные ресурсы руд категории P_2 до глубины 200 м составляют 35 млн. т., TiO_2 – 2.8 млн. т., V_2O_5 – 100 т.т. при средних содержаниях $Fe_{раств.}$ – 34%, TiO_2 – 8%, V_2O_5 – 0.3%.

Таблица

Технологическая характеристика сплошных руд

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Fe	TiO_2	V_2O_5	Fe	TiO_2	V_2O_5
Железный концентрат	66.4	69.0	2.85	0.28	79.0	14.7	60.0
Ильменитовый концентрат	19.6	38.1	47.3		14.8	68.5	
Хвосты	14.0	22.1	16.2		6.2	16.8	
Исходная руда	100.0	58.0	12.8	0.32	100.0	100.0	

Ильменит-магнетитовые руды по своим качественным характеристикам в будущем могут представлять интерес как объект для получения ильменитового концентрата и малотитанистого магнетитового концентрата с повышенным содержанием ванадия. Прогнозные ресурсы описанных объектов могут представлять интерес для перспективного планирования минерально-сырьевой базы.

В **Мончегорско-Панской металлогенической зоне** перспективы титановых руд связаны с **Восточно-Умбареченским проявлением**. Протяженность рудной зоны составляет 25 км, мощность 30-50 м. Относительно высокая интенсивность магнитных аномалий над зоной (до 5-7 тыс. гамм), большая мощность ильменит-титаномагнетитового горизонта позволяют прогнозировать здесь обнаружение богатых вкрапленных ильменит-титаномагнетитовых с ванадием руд с содержаниями: TiO_2 – 4-

6%, V_2O_5 – 0.5-0.7%. Прогнозные ресурсы категории P_3 по полю в целом составляют TiO_2 – 15 млн. т., V_2O_5 – 1.5 млн. т. Выгодное географо-экономическое положение позволяет рекомендовать Восточно-Умбареченское проявление для постановки поисковых работ в комплексе с работами на хромиты и платиноиды.

Республика Карелия.

При проведении ГГС и ГДП–50 (Михайлова, 1995) выявлено титан-железо-ванадиевое проявление **Палалахтинское**, расположенное в пределах Центрально-Карельской металлогенической зоны, к западу от Хаутаварско-Ведлозерского рудного узла.

С 2000 года Карельской экспедицией проводятся поисковые работы и оценка ильменит-магнетитовых руд этого проявления. Оруденение связано с интрузией основного-ультраосновного состава. Рудная минерализация представлена преимущественно магнетитом, ильменитом и титаномагнетитом, содержание которых достигает 80-96 %. Руды сплошные, линзовидно-полосчатые и вкрапленные. Содержание вредных примесей: хрома – 0.01-0.02 %, полезных: кобальта до 0.02 %.

Изучение обогатимости руд выполнено в Институте геологии КНЦ РАН (2001г.). Установлено, что магнитная сепарация обеспечивает получение магнетитового концентрата содержащего 66.0-67.2 %. $Fe_{общ.}$ при его извлечении 42.4-74.9 % и ильменитового концентрата, содержащего 39.5% диоксида титана при извлечении до 89.5 %. Содержания пятиокиси ванадия в магнетитовых концентратах составляет 0.72-0.98 %.

В результате обогащения методом гравитации получены ильменитовые концентраты с содержанием TiO_2 не выше 30.7-33.4 % и наиболее высокого качества (до 50.7 % диоксида титана) – флотацией. Разработана комбинированная магнито-флотационная технология обогащения ильменито-магнетитовой руды, которая обеспечивает получение ванадийсодержащих магнетитовых концентратов, пригодных для выделения пятиокиси ванадия методом обжига и химического выщелачивания. Извлечение пятиокиси ванадия составляет 42.5-64.7%. Полученные ильменитовые концентраты содержат 43.1-50.7% диоксида титана, что соответствует наиболее жестким требованиям промышленности к качеству концентратов.

На проявлении подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 для рудного пласта в южном блоке, подсеченного скважиной 4, и рудного пласта в северном блоке, выделенного по данным магниторазведки.

Параметры подсчета ресурсов следующие :

- содержание полезных компонентов: TiO_2 – 9.45 %, V_2O_5 –0.43 %, $Fe_{общ.}$ – 30.7 %;

- бортовое содержание TiO_2 – 5 %;

- мощность рудного тела – 22.6 %;

- объемная масса руды – 3.9 %;

- коэффициент рудоносности – 0.7 %;

- протяженность рудного пласта по простиранию: южного–450 м, северного–600 м;

- протяженность по падению: южного – 250 м, северного –280 м.

Количество руды по проявлению составляет 17.3млн.т, TiO_2 – 1.6 усл. ед, V_2O_5 – 74.4 тыс. т, $Fe_{общ.}$ – 5.3 млн. т (категория P_2).

В качестве попутных полезных компонентов, кроме кобальта, рассматриваются породообразующие минералы: дистен (5-10 %) и кордиерит (40-70 %), которые могут быть использованы при производстве керамики, в качестве заполнителей в бетоне и других строительных материалах.

По запасам руды Палалахтинского проявления сопоставимы с эксплуатирующимися в настоящее время месторождениями Рёдсани и Отанмяки (Финляндия), но являются худшим по обогатимости и качеству руд. Проявление рассматривается как перспективное, на котором продолжаются поисковые работы.

Республика Коми.

Ресурсы титанового сырья сосредоточены в древних прибрежно-морских лейкоксеновых россыпях среднедевонского возраста.

Рудные объекты представлены крупнейшим в России Ярегским месторождением и Водненским проявлением,объединяемыми в Ярегско-Водненское рудное поле в пределах Южно-Тиманского рудного узла, и Пижемским проявлением в Средне-Тиманском рудном районе.

Основные прогнозные ресурсы титановых руд связаны с Водненским и Пижемским проявлениями.

Водненское проявление расположено в 10 км севернее Ярегского месторождения. Здесь выделяются 3 пласта россыпей суммарной мощностью 13.4 м, нижний пласт мощностью 2.4 м содержит до 12.5% TiO_2. Сопутствующими компонентами являются ниобий, тантал, редкоземельные элементы и цирконий. Предполагается возможность выявления новых рудных залежей к западу и востоку от проявления. Прогнозные ресурсы приняты в целом по Ярегско-Водненскому рудному району на 01.01.98 г. по категории P_2 в количестве 100 млн.т. TiO_2 (площадь подсчета – 280 км^2, среднее содержание TiO_2 – 11%, коэффициент достоверности – 0,5). Данные ресурсы приняты МПР РФ.

Пижемское проявление находится в 30 км к востоку от Ворыквинской группы бокситовых месторождений.

Титановая россыпь изучена в 1987 году 4 линиями колонкового бурения по сети 1.6-6.0 км х 80-320 м. Наиболее богатый и выдержанный пласт россыпи (5% TiO_2) залегает в верхней части малоручейской свиты среднего девона. Для россыпи характерны повышенные содержания редких земель и золота. Глубина залегания россыпи 0-176 м.

Подсчет прогнозных ресурсов по категории P_1 выполнен методом геологических блоков на площади 38.8 км^2. При среднем содержании TiO_2 – 3.19% они составили 100 т. т. TiO_2. Мощность рудоносной толщи 25.4-49.0 м (средняя 37.8 м), мощность вскрыши 41-103 м (средняя 61.2 м).

На площади 240 км^2, примыкающей к Пижемскому проявлению подсчитаны ресурсы категории P_2 в количестве 180 млн. т. TiO_2.

В пределах всего проявления титаноносные пески являются подстилающими для алмаз-золото-редкометальной россыпи Ичет-Ю. ТЭС о целесообразности проведения предварительной разведки комплексной россыпи Ичет-Ю (золото, алмазы, редкие земли и металлы, титан) показали нерентабельность освоения титановой россыпи. Несмотря на значительные прогнозные ресурсы, титановые руды Пижемского проявления по качеству значительно хуже руд Ярегского месторождения. Технологические испытания 2-х лабораторных проб показали их трудную и низкую обогатимость. Получен концентрат с содержанием TiO_2 – 36.8% (против 50%) и Fe_2O_3 – 18.7% при извлечении титана– 64.3% (против %).

Таким образом, прогнозные ресурсы титана по Пижемскому проявлению и примыкающей к нему площади составляют по категориям P_1 и P_2 в количествах соответственно 100 и 180 млн.т. TiO_2 при средних содержаниях TiO_2 – 3.19%.

Остается важнейшей проблемой технология обогащения титановых руд, решение которой при необходимости позволит достаточно быстро подготовить это проявление к эксплуатации, т.к. его отдельные участки выходят на поверхность. Однако учитывая, что Ярегское месторождение обеспечено запасами более чем на 100 лет, Пижемское проявление, по-видимому, будет востребовано в далекой перспективе.

4.5. Никель

Мурманская область.

Анализ и обобщение материалов по медно-никелевым рудам Мурманской области выполнены большим коллективом ведущих геологов-никельщиков из разных

организаций: Печенгской КГЭ ОАО «ГМК Печенганикель», Геологической службой ОАО «Комбинат Североникель», ОАО «ЦКЭ», ГГП «Севзапгеология», ПГЭ, ВИРГ – Рудгеофизика, Гипроникель, ЦНИГРИ. Координатором всех работ являлась ГФ «Минерал» (Никитичев, 1998).

Результатом работы явилось проведение экспертизы всех прогнозных ресурсов и их геолого-экономическая оценка.

Прогнозные ресурсы никеля сосредоточены в трех минерагенических зонах: Печенгско-Аллареченской (области), Мончегорско-Панаярвинской и Лоттинской.

Основные месторождения медно-никелевых руд и прогнозные ресурсы никеля сосредоточены в первых двух минерагенических зонах.

Печенгско-Аллареченская минерагеническая область. В её пределах выделяются Печенгский и Аллареченский рудные районы и самостоятельное Карикъяврское рудное поле.

Все месторождение и проявления Печенгского рудного района сосредоточены в одноименном рудном поле, по которому прогнозные ресурсы учтены только на глубоких горизонтах (900-3000 м) месторождений Верхнее-Спутник, Тундровое и в Каульско-Песчаноозерском блоке, где предполагается увеличение количества никеля и качества руд. По данным сейсморазведки и бурения скважин установлена тенденция увеличения средних содержаний никеля с глубиной, хотя вероятность обнаружения крупных рудных тел, сложенных богатыми рудами, невысока.

Таблица

Прогнозные ресурсы никеля в пределах Печенгского рудного поля по данным Печенгской КГРЭ на 01.01.98г.

№№ п/п	Рудный район, поле, объект прогнозирования	S_2 км	Геолого-промышл. тип	Тип руды	Глубина прогноза, м	Среднее сод-ние Ni,Cu-%, Pt г/т	Прогнозные ресурсы кат. P_3 Ni т.т. МПГ-т.	Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Печенгский рудный район: Печенгское рудное поле Глубокие горты м-ия Верхнее-Тундровое	5	Богатые руды ждановского типа	Вкрапленные,сплошные,брекчиевидные	1500-3000	Ni –2.5 Cu –1.3	Руда- 320 Ni -8000 Cu- 4160	ГДП-50 поиски, единичн. скважины	Поиски
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Каульско-Песчаноозерский блок	1.8	Богатые руды Каульского типа	-//-	1500-2500	-//-	Руда –140 Ni -3500 Cu- 1820	ГДП-50 сейсмо-разведка	-//-
3	Западно-Каульский	1.6	Каульский	Вкрапленные и	900-2000	-//-	Руда –30 Ni -750	Детальная разведка	-//-

	блок		тип	сплошные			Cu- 390		
	Итого Печенгское рудное поле					-//-	Руда –490 Ni - 12250 Cu- 6370		

Учитывая, что прогноз построен, в основном, на косвенных данных, следует согласиться с низкой категоризацией (P_3) ресурсного потенциала на указанных площадях. Для более уверенного прогноза в настоящее время предусмотрены поисковые работы в Печенгском рудном поле ОАО «Кольской ГМК» силами Печенгской КГРЭ. Обеспечение опытных геофизических работ осуществляется Ассоциацией «Росгеофизика».

Аллареченский рудный район. Реальных объектов в данном рудном районе для постановки разведочных работ пока нет и имеющиеся прогнозные ресурсы не привязаны к конкретным участкам работ.

На основе анализа аэрогеофизических и наземных работ в качестве первоочередных объектов изучения выделяются две площади: северное обрамление Аллареченского купола и Копос- Аннамского прогиба и южное обрамление Рунийокского и Хихнаярвинского куполов.

Таблица

Прогнозные ресурсы никеля в пределах Аллареченского рудного района и Хихнаярвинского рудного узла

№№ п/п	Рудный район	S_2 км^2	Геолого-промышл. тип	Тип руды	Глубина прогноза, м	Среднее сод-ние Ni,Cu-%,	Прогнозные ресурсы кат.P^3 руда-млн.т. Ni,Cu – т.т.	Завершен-ная стадия ГРР	Рекомен-дуемая стадия
1.	Аллареченский рудный район Северное обрамление Аллареченского купола и Конос-Аннамского прогиба		Богатые руды Алла-реченского типа	Сплошные и брекчиевые руды	0-300	Ni –2.0 Cu – 0.8	Руда – 22.5 Ni –450 Cu – 180	Поиски	Поиски
2.	Южное обрамление Рунийокского и Хихнаярвинского куполов	0.36	Линзовид-ные, пласто образные залежи	-//-	0-200	-//-	Руда – 10 Ni –200 Cu – 80	Общие поиски	-//-
	Всего по рудному узлу						Ni –650 Cu – 260		-//-

С 2001 г. на указанных площадях ведутся поисковые работы, включающие магниторазведку, электроразведку методами МПП и ВП-СГ – бурение. Работы не завершены, поэтому структура и количество прогнозных ресурсов пока не изменены.

Карикъяврское рудное поле расположено в северо-восточном обрамлении Печенгской структуры. Проявление никеля связано с габбро-перидотит-пироксенитовой интрузией.

По результатам поисково-оценочных работ (Данилов, 1984) методом геологических блоков подсчитаны запасы категории C_2 до глубины 400 м в количестве 70.1 тыс.т никеля и 55.8 тыс.т меди при бортовом содержании никеля 0,4 % и средних содержаниях соответственно 0.63 и 0.50 % и методом подвески – прогнозные ресурсы P_1 –70 тыс.т при среднем содержании никеля P_2 в количестве 150 тыс.т до глубины 300 м.

Поисковыми работами 2002 г. ниже рудоносного массива Карикъявр на глубинах 500-800 м вскрыт аналогичный по составу массив с магнетитовой вкрапленностью в количестве 3-10 %. Работы не завершены, сведений о медно-никелевой минерализации пока нет.

Имеются перспективы обнаружения небольших массивов такого же типа к северо-западу от Карикъявра на глубинах от 100 до 400 м с ресурсами до 300тыс.т никеля, со средними содержаниями Ni ~ 1 %, которые не будут представлять промышленного интереса, но могут быть востребованы небольшими предприятиями.

Мончегорский рудный район. Перспективы района определяются наличием расслоенных интрузий перидотит-пироксенит-габбро-поритовой формации с жильными и прожилково-вкрапленными рудами халькопирит-пентландит-пирротинового состава.

В 1996-2002 гг. ОАО «Кольской ГМК» выполнялись поисковые работы на медно-никелевые и медно-платиновые руды массива НКТ.

По всему Мончегорскому рудному району приняты ресурсы категории P_3 в количестве никеля 500 тыс.т и меди – 250 тыс. т на глубинах до 500 м.

В настоящее время в районе проводятся глубинные геолого-геофизические исследования на участках Приозерный и Витегубский. Выполнены работы ММЗ, по результатам которых составлены каталоги потенциалов и переданы в ВИРГ «Рудгеофизика» для расчета геоэлектрической модели Мончегорской рудно-магматической системы.

По результатам этих работ выделен ряд объектов, представляющих поисковый интерес на выявление медно-никелевого оруденения. Это – Морошковое озеро, Островское, Северный Приозерский и Кириха-Ярва. Наиболее подготовлено к заверочному бурению проявление Морошковое озеро. Работы продолжаются.

Лоттинская минерагеническая зона находится в западной части Кольского полуострова, в пределах Лоттинского блока, сложенного плутоно-метаморфическим комплексом пород архейского возраста. Никеленосными являются массивы габбро и габбро-норитов, расположенные в узких и протяженных зонах широтного направления, трассирующих древние глубинные разломы. Сульфидное медно-никелевое оруденение сосредоточено в материнских массивах, при этом структурный контроль четко не устанавливается.

В пределах Лоттинской металлогенической зоны выделяется одноименный рудный узел с Юнгесским и Ловозерским рудными полями. В последнем находится Ловозерское месторождение, на котором ведутся поисковые работы ОАО «Кола-Майнинг».

В окрестностях Ловозерского месторождения и в Юнгесском рудном поле ведутся поисковые работы. Работы не завершены.

На настоящий момент по Лоттинской минерагенической зоне на учете стоят следующие прогнозные ресурсы : категории P_1 никеля –100 тыс.т, меди-500 тыс.т; категории P_2 соответственно 300 тыс.т 150 тыс.т и P_3 – 600 и 300 тыс.т при средних содержаниях никеля 1 %, меди 0.5 %.

Кроме описанных выше, прогнозные ресурсы никеля подсчитаны по Бабьеозерскому рудному узлу, расположенному в восточной части Кольского полуострова. Площадь его около 1200 км^2. Изучен он слабо, однако комплекс поисковых критериев и признаков позволяет ожидать здесь месторождения, связанные с гипербазитами вдоль шовной зоны по контакту лопийского и саамсого комплексов. Шовная зона представляет собой трансформный разлом, осложненный системой поперечных разрывных нарушений. Здесь хорошо проявлена система линейных электромагнитных аномалий,часть которых обусловлена массивами ультраосновных пород с медно-никелевой минерализацией (р.Пялица, р. Стрельна и др.). Все это позволяет сравнить Бабьеозерский рудный узел с поясом Томпсона. По аналогии с ним НТС СЗГГП утверждены прогнозные ресурсы по категории P_3 в количестве 300 тыс. т.

Структура прогнозных ресурсов говорит о довольно слабой изученности этой зоны. Имеющиеся здесь объекты подготовлены лишь для ГСР-50 с общими поисками и для поисково-картировочных работ.

Республика Карелия.

Поиски и разведку медно-никелевых и медно-цинковых руд на территории Республики Карелия ведет с 1992 года ОАО "Кивиярви". Основным акционером

общества является дочернее предприятие финского концерна "Оутокумпу Бейз Металз Ой".

В период с 1980 по 1984 г. ОАО "Кивиярви" выполнило предварительную разведку Лебяжинского, Светлоозерского, Восточно-Вожминского и Золотопорожского медно-никелевых и Северо-Вожминского медно-цинкового месторождений, расположенных в Каменноозерском рудном узле Сумозерско-Кенозерской минерагенической зоны.

Подсчитанные в результате проведенных работ запасы и прогнозные ресурсы медно-никелевых руд ($C_{1+}C_2+P_1+ P_2$) составили 15.3 млн. т при среднем содержании никеля 0.87 % и меди 0.24 % (при бортовом содержании никеля 0.4 %), медно-цинковых руд – 3.7 млн. т при среднем содержании меди 0.51 % и цинка 3.71 %.

По результатам разведки финским предприятием "Оутокумпу Майнинг Сервисез" были выполнены технико-экономические расчеты целесообразности освоения месторождений. Ни один из выполненных вариантов расчета не показал коммерчески оправданной эксплуатации разведанных объектов, что связано с недостаточными запасами руд и значительными инвестициями, необходимыми для освоения месторождений. Для организации рентабельного горно-добычного предприятия дополнительно требуется 5-9 млн. т медно-никелевых руд при среднем содержании никеля 0.8-1.0 %, залегающими на глубине 300 м.

В 1995-97 гг. ОАО "Кивиярви" провело на участке Кивиярви поисковые работы, которые хотя и дали некоторый прирост медно-никелевых руд (залежь № 4 – запасы руд категории C_2 – 1.9 млн.т при среднем содержании никеля 0.57 % и Верхняя залежь Лебяжинского месторождения – $P_1 + P_2$ – 2.60 млн.т при среднем содержании никеля 0.84 %), однако, не обеспечили рентабельного производства.

В связи с этим ОАО "Кивиярви" расширило площадь поисков дополнительных ресурсов медно-никелевых и медно-цинковых руд и в 1996 г. на основании выданной КПР РК лицензии приступило к геологическому изучению Маткалахтинской площади, которая выделяется в качестве самостоятельного рудного узла, сложенного зеленокаменными породами лопия. Поиски медно-никелевых руд проводились в пределах Вамозерского рудного поля на восьми участках. Исследовались Северо-Маткалахтинский массив ультрабазитов (Западная ветвь структуры) и лавовые потоки коматиитов (Восточная ветвь структуры), где прогнозируется возможное выявление медно-никелевого оруденения. Пробуренные на Западном участке 9 скважин, не подсекли сульфидного медно-никелевого оруденения.

Буровые скважины пройденные через разрез коматитовой пачки, пересекли разрозненные прослои коматиитов (антигорит-лизардитовые серпентиниты),

мощностью от нескольких метров до 90-120м, перемежающиеся с горизонтами углеродистых и сульфидсодержащих сланцев. Только одна скважина на глубине 174.2-174.25 м вскрыла гнездово-прожилковое оруденение (пирротин-60-65 %, пентландит-15 %, халькопирит-5 %). Содержание никеля составило 2.41 %, меди – 0.11 %, кобальта – 0.18 %.

Тем не менее, результаты проведенных расчетов не ставят под сомнение высокую перспективность Маткалахтинского рудного узла на выявление месторождений медно-никелевых руд. ОАО "Кивиярви" обратилась в Карелприродресурс с просьбой о продлении срока действия Лицензии на последующие, после мая 2001 года, 5 лет.

В целом по узлу остаются, принятые ранее, прогнозные ресурсы категории P_2 – 200 тыс.т никеля.

Новый геолого-промышленный тип комплексного никель-магнезиального сырья обнаружен в ультрамафитах трех массивов Карелии: Бураковском, Хюрсюльском и Кученогорском (Горошко, 1995, 1998). В этих массивах имеются значительные скопления пород гидроталькит-серпентинового (лизардитового) состава, получивших название кемиститов. Они слагают крупные линзовидные тела внутри серпентинитовых блоков и фиксируются интенсивными аномалиями электоропроводимости и поляризуемости МПП, ВП, ДИП. Данные породы отличаются высоким содержанием магния (36-42 %) и низким – никеля (0.3-0.4 %).

Самая значительная кемиститовая залежь расположена внутри Аганозерского блока Бураковского массива. Она имеет в плане форму асимметричной дуги размером около 12 х 3.5 км, более широкую на севере, которая окаймляет с востока и севера хромитоносную мульду габброноритов. В настоящее время залежь разбурена по сети 1600 х 800 м до глубины 200 м. Имеются отдельные пересечения до глубины 350 м, одна скважина глубиной 1400 м вскрыла кемиститы до глубины около 900 м, где они путем переслаивания на интервале глубин 850-1100м переходят в серпентизированные ультрамафиты. В разрезе залежь имеет форму крупной мегалинзы со сложными очертаниями и мощностью не менее 800 м. Внутренне строение залежи определяется распределением гранулометрических разновидностей кемиститов. Наиболее не стабильные алевритовые и песчаные кемитисты залегают в центре мегалинзы, и к её краям сменяются на более грубые: дресвяные и щебенистые. Продуктивная залежь подразделяется на две части: основную, сложенную метастабильными разновидностями тонких гранулометрических фракций и верхнюю (бронирующую), сложенную массивными разновидностями кемитистов. Наиболее метастабильные

разновидности через несколько месяцев превращаются в тонкозернистую массу, которая на 90 % сложена классом 0.25-0.05 мм (песками, алевритами).

В северной части кемиститовой мегалинзы по результатам поисково-оценочных работ 1991-1995 гг. выделен участок размером 800 х 800 м с наиболее благоприятными горно-геологическими условиями, где залегают высокосортные алеврито-песчаные разновидности кемиститовых руд. Полезная толща имеет пластообразную форму мощностью около 150 м, которая полого, с наклоном до 12°, падает на юго- запад и подстилается несортовыми кемиститами. Бронирующий пласт здесь также является сортовой рудой. Залежь может разрабатываться открытым способом до глубины 200-250 м.

По суммарным запасам никеля и магнезии Аганозерское проявление относится к уникальным объектам. Среднее содержание никеля Ni усл. колеблются от 0.48 % до 0.61 %. По категории $C_2 + P_1$ до глубины 200 м запасы руды-12 млрд.т, в кислотнорастворимой форме: никеля – 29 млн.т, MgO – 3 млрд. т. Прогнозные ресурсы руды категории P_2 за пределами участка поисково-оценочных работ составляют около 13.9 млрд. т.

По качеству запасов (С2) никеля (570-746 тыс. т) на поисково-оценочном участке проявление соответствует среднему по размерам месторождению. Запасы никеля в кислотнорастворимой форме – 475-596 тыс.т. Запасы MgO в валовой форме –61-82 млн.т, в извлекаемой форме – 41-54 млн.т.

Важнейшим свойством кемиститов является способность интенсивно разлагаться в растворах минеральных кислот при нормальных условиях. При этом уже в первые часы выщелачивается 70-90 % никеля и 25-50 % MgO.

Существует принципиальная технологическая схема гидрометаллургического передела этих пород, как никель-магензиальной руды, созданная по ВНИИХТ под руководством И.А. Логвиненко. Она включает выщелачивание руды при атмосферном давлении, очистку раствора от железа, сорбцию никеля на ионитах, осаждение сульфата магния, его термическое разложение до магнезии и регенерацию кислоты. Товарными продуктами являются магнезия ((MgO – 96-98 %) и водный сульфат никеля (Ni- 21-27 %), а также легко поддающийся разложению магнезиально-силикатный остаток (MgO–40-42 %). Геолого-экономическими расчетами показана возможность организации рентабельного промышленного производства при производительности карьера по руде 2440 т/год. Выход ценных продуктов: 11.5 кг/т сульфата никеля и 96-250 кг/т магнезии.

Никель-магнезиальные руды кемиститового типа обладают уникальными свойствами, которые позволяют применить максимально простую энергосберегающую и экологически чистую технологию. Стандартное заводское оборудование позволит при необходимости в краткие сроки наладить промышленное производство.

Хюрсельский верхнелопийский двухфазный дифференцированный массив сложен апооливинитовыми и апоперидотитовыми серпентинитами, метапироксенитами и габбро. Размеры массива 12 х 2.5 км при расчетной глубине залегания нижней кромки (по гравиметрическим данным) 5-7 км. В западной части массива находится овальный в плане блок апооливиниловых серпентинитов размером 1.2 х 5км. К его ядру приурочена крутопадающая плитообразная кемиститовая залежь, где преобладают алеврито-песчаные кемиститы. Залежь пересечена скважинами до глубины 320 м. Размеры её 0.4-0.6 х 3.5 км. Содержание никеля в ультрамафитах – 0.2-0.6 %. Прогнозные ресурсы никеля по категории P_2 составляют 4.5 млн.т.

В Хюрсюльском массиве также локализовано позднее гидротермально-метаморфогенное оруденение: титано-магнетитовое, золоторудное, редкометальных пегматитов. С серпентинитами связано проявление хризотил-асбеста и карбонат-антофиллит-тальковых метасоматитов.

Кученогорский массив входит в Урасозерскую группу ультрабазитов верхнеархейского возраста и сложен оливинитами (в ядре) и перидотитами (в краевой зоне). До глубины 400 м породы интенсивно серпентинизированы. Размер массива 5.5-1.3 км. Массив имеет веретенообразную форму с пологим склонением оси на северо-запад под вмещающие архейские гранитогнейсы. Кемиститы вскрыты скважинами в центральной части массива в виде сближенных и сливающихся зон субгоризонтального или наклонного залегания, чередующихся с обычными серпентинитами. По данным Фурмана (1998 г.) кемиститы прослеживаются до глубины 400 м и отмечаются с поверхности интенсивными аномалиями МПП размером около 400 х 900 м. Содержание никеля – 0.06-0.25 %.

Серпентиниты гидроталькит-лизардитового состава Хюрсюльского и Кученогорского массивов, несмотря на различия в содержаниях никеля (0.2-0.6 % в первом и 0.06-0.25 % во втором), характеризуются аномально высоким извлечением никеля – 75-87 %, что касается содержаний MgO, минерального и гранулометрического состава, породы этих массивов в общих чертах похожи на аганозерские.

Таким образом, никель – магниевые руды в связи с серпентинитами гидроталькит-лизардитового состава являются новым перспективным геолого-промышленным типом

месторождения никеля и магния. Высокое извлечение этих компонентов при простой технологии позволяет рентабельно получать сульфат никеля и магнезию высокой чистоты. Необходимо в ближайшее время составить ТЭО и приступить к осуществлению предварительной разведки на Аганозерском проявлении.

Архангельская область.

На территории Архангельской области и Ненецкого автономного округа выявлено два типа никелевого оруденения: эндогенный сульфидный медно-никелевый и гипергенный силикатный в раннекаменноугольных корах выветривания.

Сульфидное медно-никелевое оруденение установлено на территории Ветреного пояса (Волошовское рудное поле) и на северном Тимане (Бугровский рудный узел).

Силикатный тип медно-никелевых руд выделен в пределах Северо-Онежского бокситоносного района на Сезско-Талицкой площади.

Волошовское рудное поле находится в пределах Волошовско- Кенозерского рудного узла, являющегося крайней юго-восточной ветвью Сумозерско-Кенозерской минерагенической зоны (зеленокаменного пояса), и прослежено на протяжении 60-70 км при ширине 11-15 км. Всего здесь зафиксировано более 50 массивов ультраосновных пород. Интрузии пространственно тяготеют к зоне глубинного разлома северо-восточного простирания, трассирующего осевую часть зеленокаменной структуры. Протяженность массивов от первых сотен метров до 8-10 км при ширине от 50-150 м до 850-1200 м. Они представляют собой крутопадающие (75-85°) линзовидные тела с интенсивно проявленной блоковой тектоникой. Общая площадь, перспективная на поиски месторождений медно-никелевых руд, оценена в 700 км^2 (Никитин, 1988). В пределах данной площади сульфидное медно-никелевое оруденение представлено тремя формационными типами: эпигенетические руды, связанные с ультраосновными породами гипербазитовой формации (аллареченский тип), эпигенетическая сульфидная минерализация в коматиитах и оруденение группы колчеданных формаций.

В пределах отдельных проявлений и перспективных участков выполнены детальные поиски никеля в комплексе с наземными геофизическими и геохимическими работами масштаба 1:10 000 (Каячев, 1985; 1988; !991). Поисково-оценочные работы проведены на **Волошовском проявлении** (Мияскин,1974), включающем Северный, Центральный и Южный гипербазитовые массивы, представляющие собой тектонически разобщенные, разнородные по строению и характеру метаморфизма отдельные тела. Массивы прослеживаются в нижнем течении р. Волошово в виде узкой полосы на 10 км при ширине 50-800 м. Падение массивов вертикальное, с глубиной угол падения выполаживается, что свидетельствует о возможном объединении их на глубине.

Каждый массив имеет протяженность от 1.6 до 5 км и ширину 200-500 м. Мощность Северного массива – 800 м. Общая площадь массивов превышает 5 км^2. В составе интрузивов выделяется два комплекса пород: перидотитовый (серпентиниты по гипербазитам), слагающий основной объем массивов и несущий сингенетическую рудную минерализацию пирит-пирротинового состава, и пироксенит-габбро-норитовый с ильменит-титаномагнетитовой минерализацией. Широко проявлены процессы метасоматоза – амфиболитизация, карбонатизация, оталькование, хлоритизация.

Сульфидное медно-никелевое оруденение установлено во всех трех массивах: сингенетическое – сидеронитовая вкрапленность в серпентинитах и эпигенетическое – вкрапленное и прожилково-вкрапленное в апосерпентинитовых тальк-хлориткарбонатных метасоматитах (лиственитах). Внутри массивов оруденение образует серии субпараллельных рудных зон, мощностью от 3-5 до 35-45 м, протяженностью 300 до 1600 м, по падению они прослежены до 200-280 м.

Для внешних зон метасоматической колонки характерно вкрапленное пирит-пентлантид-пирротиновое оруденение, для внутренних – прожилково-вкрапленное халькопирит-пентландит-пиритовое. Наиболее богатые пирит-миллеритовые руды образуются на участках сгущения кварц-карбонатных прожилков. Содержание сульфидов от 5 до 65 %. Среднее содержание никеля в рудных телах 0.2-0.6 %, максимальное – 6.62 % на мощность 0.3 м; меди – 0.01-2.4 %, максимальное – 14.85 %; кобальта – 0.03 % (среднее) до 0.4 %. Отмечаются повышенные содержания золота (0.13-0.71 г/т), платины и палладия (0.12-0.34 %), серебра, молибдена.

По Волошовскому проявлению для Северного и Южного массивов подсчитаны запасы категории C_2 в количестве 108 тыс. т никеля. Прогнозные ресурсы категории P_1 до глубины 300 м подсчитаны: по рудным залежам методом геологических блоков никеля на Южном массиве и меди на всех трех массивах – статистическим способом по рудным телам. Прогнозные ресурсы никеля категории P_1 в бедных рудах составили 358 тыс. т никеля при среднем содержании 0.26 %, в том числе в богатых рудах – 63 тыс. т при содержаниях 2.13-2.76 % (среднее 0.7 %); меди – в бедных рудах – 33 тыс. т при среднем содержании 0.36 %, в том числе в богатых – 14 тыс. т при содержании 2.3 %.

Прогнозные ресурсы категории P_2 оценены в интервалах глубин 300-500 м путем экстраполяции данных бурения до глубины 500 м установленной тенденции к увеличению с глубиной процессов метасоматоза и качества оруденения. Они составили: никеля – в бедных рудах 460 тыс. т при содержаниях 0.34 %, в том числе в богатых рудах – 122 тыс. т при содержаниях 1.09 %; меди – в бедных рудах – 60 тыс. т

(0.42 %), в том числе в богатых – 23 тыс. т (2.46 %); кобальта в бедных рудах – 0.6 тыс. т при средних содержаниях 0.2 %.

Значительный интерес в пределах Волошовского проявления представляет Южный массив с прогнозными ресурсами категорий P_1+P_2 никеля 155.5 тыс. т и меди 26.4 тыс. т с возможностью выделения богатых руд никеля в количестве 67.3 тыс. т при среднем содержании 1.38 % и меди – 20 тыс. т при среднем содержании 2.9 %. Геологоэкономическая оценка Волошовского проявления (Белов, 1992) и стоимостные показатели, приведенные к ценам на 01.01.1998 г., показали возможность отнесения данных прогнозных ресурсов к экономически эффективным для формирования резервных объектов никеля в перспективе.

Перспективы прироста запасов в пределах проявления связываются с доизучением эпигенетического оруденения Центрального и Северного масивов, в пределах которых рудные интервалы, в том числе и богатых руд, вскрыты лишь единичными скважинами, а также с тенденцией увеличения содержаний никеля с глубиной.

Кроме того, по Волошовской площади в целом определены прогнозные ресурсы категории P_3 в количестве 600 тыс. т.

Бугровское рудное поле расположено на территории Ненецкого автономного округа Архангельской области в пределах Северо-Тиманского рудного узла Канино-Тиманской металлогенической зоны и приурочено к северо-западному окончанию Тиманского кряжа, на побережье Баренцева моря. Общая площадь, перспективная на поиски месторождений сульфидных медно-никелевых руд, оценивается в 150 км^2. В пределах Бугровской площади на проявлениях Ближнее, Дальнее Оленье и Каменное были проведены детальные поиски.

В структурном плане площадь расположена в пределах Канино-Тиманского палеорифта байкальского возраста, ограниченного Западно- и Восточно-Тиманским глубинными разломами. Пространственно Бугровская площадь совпадает с зоной Бугровского глубинного разлома, имеющего ширину 3.4 км и протяженность более 30 км при общем северо-западном простирании. В геологическом строении площади принимают участие верхнепротерозойские осадочно-метаморфические образования румяничной свиты с прослоями метавулканитов основного состава. К продольным разрывам, а также узлам их пересечения с поперечными нарушениями, приурочены дайковые тела габбро-норитов.

Интрузии габброидов имеют неправильно-линзовидную форму, мощность их от 16-20 м до 55-60 м и протяженность до 300 м при общей северо-западной ориентировке. С глубиной тела габброидов разветвляются, мощность их уменьшается и

на глубине порядка 160 м мощность их не превышает 5-6 м. Интрузивные тела имеют зональное строение: ксенолитовая (брекчевидная) структура, слагающая центральную часть тела, миндалекаменная – в средней части и массивная – в краевой.

Сульфидная медно-никелевая минерализация представлена халькопирит-пентландит-пирротиновым парагенезисом. По морфологическим типам выделяются следующие: вкрапленный, гнездово-вкрапленный, шлировидный и массивный. Сульфидная минерализация вкрапленного типа приурочена к краевой , массивной, и средней, миндалекаменной, зонам; гнездово-вкрапленного и шлировидного типов – только к центральной (ксенолитовой) зоне, содержание сульфидов здесь достигает 20-35 %. Горизонты сплошных (массивных) руд мощностью до 1.5 м вскрыты в приподошвенной части отдельных тел габброидов за пределами центральной ксенолитовой зоны. В сплошных рудах содержание сульфидов достигает 80-90 %. Наиболее богатая сульфидная минерализация распространяется до глубины 60-65 м, в отдельных массивах до глубины 181 м. Пирротин в рудах составляет 60-75 %, пентландит – 25-30 %, халькопирит – 5-10 %. Содержание никеля во вкрапленных рудах – 0.19-0.39 %, гнездово-вкрапленных и шлировидных – 0.2-2.68 %, и массивных – 5.25-7.71 %; медь, соответственно, 0.066-0.1 %, 0.28 и 0.66 % при содержании кобальта 0.01-0.1 %. Сульфидная медно-никелевая минерализация повсеместно сопровождается повышенным содержанием платиноидов от 0.15-0.91 г/т до 5.98 г/т в массивных рудах, золота – 0.02-0.15 г/т.

Проведенные на Бугровской площади поисковые работы с высокоточной магнитометрической съемкой, проходкой скважин, опробованием и аналитическими работами позволили подсчитать прогнозные ресурсы, которые в сумме по всем проявлениям составвили: никеля категории P_1 – 7.5 тыс. т и категории P_2 – 23.7 тыс. т, платины по категории P_2 – 0.6 т. Изученным проявлениям дана отрицательная экономическая оценка.

Учитывая слабую изученность Бугровской площади, высокую насыщенность телами габброидов (более 50), в которых не изучено оруденение, наличие магнитных аномалий, не заверенных бурением, общий потенциал площади может быть достаточно высоким. На площади выполнена оценка прогнозных ресурсов категории P_3 в количестве 2 млн. т никеля при среднем содержании 1.2 %, диаметре рудного тела в 30 м и глубине 500 м (Кочетков, 1988). На площади рекомендуется проведение детальных поисковых работ в далекой перспективе.

Силикатные и медно-никелевые руды на Сезском и Талицком месторождениях описаны в гл.

4.6. Медь

Республика Карелия.

Медные руды представлены месторождением Воронов Бор, которое из-за мизерных запасов отнесено к проявлению.

Проявление комплексных руд (медных с золотом и серебром) Воронов Бор расположено в 8 км к югу от г. Медвежьегорска, в 250-300 м западнее железной дороги Петрозаводск-Мурманск. Проявление залегает в терригенной толще среднего ятулия и располагается в бортовой части Онежской мульды, где оно приурочено к пласту кварцито-песчаников в зоне их контакта с основными вулканитами. Рудное тело представляет собоу пластообразную залежь, падающую на восток под углом около 25°. На западе залежь выходит на дневную поверхность. Истинная мощность рудного тела колеблется от 2.3 до 3.6 м. Рудные минералы представлены: халькопиритом, борнитом, ковеллином, медной зеленью, которые образуют неравномерную вкрапленность в кварцито-песчаниках. Содержание меди в рудах колеблется от1.0-1.3 % на флангах до 5-7 %, в центральной части составляя в среднем от 2.4 до 3.1 %. Кроме того, в рудах присутствует серебро в количестве от 2 до 125 г/т и золото–0.8-3.3 г/т. В отдельных пробах массивных руд содержание меди достигает 30-40 %, серебра– 520-990 г/т, золота до 41-77 г/т.

Технологические испытания показали хорошую обогатимость руд. Извлечение меди не менее 85 %, золота и серебра не менее 70 %. Запасы категории C_2 руды составляют 48 тыс.тонн, запасы меди – 13 тыс.т, серебра – 36 тонн, золота – около 1.3 тонны.

Проявление известно с 1771 года, на нем периодически производились добычные работы. За время эпизодической эксплуатации в период с 1887 по 1914 гг. на месторождении добыто около 15 тыс. тонн руды, из которых порядка 6 тыс. тонн в настоящее время заскладировано на территории рудника. Разработка производилась открытым карьером. Руды отличаются высоким качеством, но запасы крайне ограничены, поэтому практический интерес проявление может представлять лишь для небольшого коммерческого предприятия. Основные трудности в освоении месторождения могут быть связаны с получением земельного отвода в полосе отчуждения железной дороги.

При проведении прогнозно-поисковых работ на Лижмозерско-Повенецкой площади в пределах Онежской металлогенической зоны, в 3 км от проявления меди Воронов

Бор, обнаружено новое проявление меди с содержанием меди по данным спектрального анализа 4-6 % в гравелито-песчаниках янгозерской свиты. Работы не завершены.

Республика Коми.

Месторождений меди с разведанными запасами в Республике Коми нет.

Ресурсы меди сосредоточены в Полярно-Уральской, Западно-Уральской и Канино-Тиманской металлогенических зонах. Наиболее перспективным для возможного промышленного освоения является геолого-промышленный тип медистых песчаников и сланцев.

Выделяются два подтипа: саурипейский – с серебряно-медными рудами в отложениях дельтовых фаций и косьюнский – с медными рудами в отложениях лагунно-заливных и мелководно-морских фаций.

Наиболее перспективными объектами первого типа являются Саурипейское и Молюдвожское проявления, расположенные в пределах Полярно-Уральской минерагенической зоны.

Саурипейское проявление открыто в 1969 г., в 1970-74 г.г. проведены поисковые работы. Проявление расположено в 50км восточнее ж/д станции Хальмерръю и связано с ней тракторной дорогой. Изучено с поверхности горными выработками. Рудоносные горизонты приурочены к зоне контакта нижней красноцветной и верхней сероцветной подсвит манитанырдской свиты нижнего ордовика. Рудные тела локализуются в пределах синклинальных структур с крутым (70-80º) падением крыльев. Установлено 5 рудных зон и 20 обособленных мелких проявлений. Рудоносный горизонт прослежен на 2.5 км по простиранию при мощности 110 м. Мощность рудных линз от 0.7 до 14.7 м при ширине выходов 25-70 м. С поверхности развита зона интенсивного окисления и выщелачивания, где рудные минералы представлены малахитом, ковеллином, купритом, самородной медью, халькопиритом и пиритом. Средние содержания меди составляют 0.5%, серебра 50г/т. На глубине руды сменяются борнит-халькозиновой минерализацией и содержание меди достигает 2-2.5%, а серебра 150-200 г/т. При изучении технологических свойств руды (ЦНИГРИ, 1981), содержащей 2% меди, 144 г/т серебра и 0.08 г/т золота, флотацией был получен высококачественный медный концентрат марки КМО с содержанием меди 43.5% и 2330 г/т серебра и второй окисленный медный концентрат марки КМ5, содержащий 20.3% меди и 1080 г/т серебра. Извлечение металлов в оба концентрата составляет: меди 89.2%, серебра

87.4%. Цианирование хвостов флотации позволяет дополнительно извлечь 6.9% меди и 8.8% серебра. Золото на 50% извлекается в продукты обогащения.

На глубину оруденение не изучено, но учитывая литофациальные особенности рудовмещающих песчаников, ориентировку палеорусел, можно предполагать продолжение рудных линз на глубину до 500 м.

Прогнозные ресурсы категории P_2 на проявлении оценены в объеме 300 т.т. меди (среднее содержание 1.5%) и 1000 т серебра (среднее содержание 50 г/т).

Саурипейское проявление заслуживает постановки оценочных работ и в случае более высокого качества первичных руд может быть достигнута необходимая рентабельность освоения.

Молюдвожское проявление открыто в 1959 г. при проведении съемки масштаба 1:50 000. Оно находится в 300 км к югу от Саурипейского. Изучено с поверхности горными выработками.

Рудоносный горизонт локализуется в подошве зеленоцветных песчаников и конгломератов нижнего ордовика на контакте с их красноцветными разновидностями. Мощность горизонта – 150 м, протяженность 2.5 км. В нем выявлено 6 рудных тел мощностью от первых метров до 6 м, протяженностью 150-500 м, реже 400-500 м.

Рудные минералы представлены халькозином, борнитом, халькопиритом, редкой вкрапленностью самородной меди, электрумом, возможно аргентитом.

Содержание меди колеблется от 0.38% до 1.86%, в отдельных пробах до 4.35%, среднее содержание серебра 50 г/т, в одной пробе 347 г/т. Максимальные содержания серебра наблюдаются в рудных телах халькозин-борнитового состава. В двух штуфных пробах определено золото в количестве до 2 г/т. Минерализация аналогичного типа прослежена на 25 км на север в район р. Ср. Кокпела.

Прогнозные ресурсы категории P_2 составляют 50 т.т. меди и 10 т серебра.

Представителем второго типа оруденения является **проявление Косьюское**, расположенное в Западно-Уральской минерагенической зоне. Проявление открыто в 1967 г. и в 70-е годы изучено на стадии общих и детальных поисков с проходкой десятков канав и скважин. Здесь выявлено несколько меденосных синклинальных структур общей площадью 50 км^2.

Рудовмещающими породами являются сероцветные карбонатно-песчано-сланцевые породы нижнего ордовика. Руды локализованы в одном горизонте мощностью 1-7 м. В раздувах мощность достигает 30-35 м. Глубина залегания от 0 до 300-350 м. Первичные руды представлены халькозиновыми, борнит-

халькопиритовыми, халькопирит-пиритовыми разновидностями. До глубины 50-70 м широко развиты окисленные руды. Среднее содержание меди 0.46-0.65%, в замковых частях синклиналей с увеличением мощности руды достигает 1-1.5%.

Прямым расчётом по методу блоков подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 меди по наиболее меденосным изученным синклиналям при бортовых содержаниях 0.2 и 0.4%, средних содержаниях 0.58 и 0.75%, средних мощностях 2.95 и 1.85 м, которые составили соответственно 2.3 и 2.0 млн. т. Высокая достоверность ресурсов позволяет на отдельных участках перевести их в категории P_1 и запасы C_2.

Проведенные технологические испытания руд (по флотационной и флотационно-гидрометаллургической схемам ЦНИГРИ), показали их хорошую обогатимость с суммарным извлечением меди в концентрат (КС-3) и медьсодержащий раствор – 92.7%.

Из-за низкого содержания меди освоение объекта, по-видимому, будет нерентабельным, кроме того площадь проявления входит в территорию национального парка.

Однако необходимо иметь в виду, что стратиформные месторождения медистых песчаников представляют собой промышленный тип, концентрирующий значительные запасы медных руд. Описанные выше проявления являются первыми и пока единственными в пределах Северо-Западного Федерального округа. Учитывая недостаточную изученность их на глубину и по площади рекомендуется продолжить на них прогнозно-поисковые работы.

В пределах Средне-Тиманского рудного узла, в бассейне реки Цильмы продуктивным на медь является платформенный комплекс красноцветных вулканогенно-осадочных отложений девонского возраста. Меденосный комплекс представляет практический интерес, т. к. еще в XV веке он послужил базой первого медеплавильного производства. Здесь было добыто 1600 пудов меди. Добыча осуществлялась, в основном, из деллювиально-коллювиальных скоплений рудных обломков. При переходе на отработку медных руд в коренном залегании, в связи с отсутствием в то время эффективных способов обогащения и плавки руды, медеплавильное производство было прекращено.

Работами последних лет в бассейне среднего течения р. Цильмы был выделен ряд перспективных проявлений, требующих дальнейшего изучения. Медные руды этих проявлений содержат до 1 % меди, 20 г/т серебра и 0.2 г/т золота. Прогнозные ресурсы категории P_2 ориентировочно оценены в 200 т. т.

Работы по переоценке ресурсов и качества руд медистых песчаников планируется провести в 2002-2004 г.г.

Архангельская область.

Медные руды формации медистых песчаников зафиксированы в пределах Ручьевой площади, которая расположена на территории Ненецкого автономного округа в бассейне среднего течения р. Волонга, на западном склоне Тиманского кряжа (Канино-Тиманская минерагеническая зона, Северо-Тиманский рудный узел). Общая площадь, перспективная на выявление месторождений меди, составляет 70 км^2. В пределах площади известно значительное количество проявлений и точек минерализации меди, геохимических аномалий и зон повышенной электропроводимости, предположительно связанных с сульфидной минерализацией. Медная минерализация вскрыта в отложениях терригенно-осадочной (алеврито-песчаной с карбонатным цементом) формации груборучейской свиты франкского яруса верхнего девона и представлена преимущественно халькопиритом, меньше сфалеритом и галенитом. Точки минерализации, как правило, совпадают с контрастными геохимическими аномалиями меди, свинца, цинка, титана, циркония, бериллия и марганца. Площадь участка определяется аномальным контуром мультипликативных ореолов меди, свинца и цинка в первичных и вторичных геохимических ореолах и составляет 16.6 км^2. Мультипликативные ореолы вытягиваются в северо-западном направлении на протяжении 6.5 км при ширине 0.7-4.0 км. Повышенные содержания меди с небольшими перерывами прослежены до глубины более 250 м, максимальные содержания достигают 0.4 % и приурочены к горизонтам развития песчаников и аргиллитов.

Количественная оценка прогнозных ресурсов выполнена на основании геохимических критериев со следующими исходными данными:

Площадь – 16 000 000 км^2

Среднеаномальное содержание меди – 26.6×10^{-3}

Среднефоновое содержание меди – 12.2×10^{-3}

Среднеаномальное содержание цинка – 24.8×10^{-3}

Среднефоновое содержание цинка – 12.5×10^{-3}

Расчетная вертикальная протяженность оруденения – 200 м

Поправочный коэффициент – 0.7

Прогнозные ресурсы по категории P_2 в пределах участка «Ручьевого»: меди – 800 тыс. т и цинка – 700 тыс.т были утверждены протоколом НТС ПГО

«Архангельскгеология» в 1988 г. Данные прогнозные ресурсы признаны обоснованными для перспективного планирования в дальнейшем на участке поисковых работ

4.7. Полиметаллы

Мурманская область.

Проявления полиметаллов локализуются в кварцевых, кварц-кальцитовых и кварц-баритовых жилах. Они сконцентрированы по всему побережью Кольского полуострова в трех рудных узлах: на севере в Баренцевоморской минерагенической зоне, в районе губы Базарной и Долгой (Базарногубский рудный узел), на востоке – в районе реки Поной (Понойский рудный узел, проявление Орловский маяк) и на юге – в Порьегубской минерагенической зоне в районе Порьей губы, (проявления Медвежий остров, Которанский мыс, Хед-полуостров и другие).

В настоящее время практическое значение может иметь Базарногубский рудный узел, где известны 5 проявлений свинцово-цинкового оруденения жильного типа: губа Базарная (9 жил), губа Долгая (5 жил), Самуил (7 жил), София (1 жила), Раиса (8 жил) и другие. Из 80 известных рудных жил только 19 представляют интерес.

Все проявления были разведаны в 70-80 годы девятнадцатого века и эксплуатировались в 1941-44 г. г. В 1949-52 г. г. проводились поисковые работы. Последние ревизионные работы, сопровождавшиеся переоценкой ресурсов свинца, цинка, редких и благородных металлов, выполнены в 1999 . (Вороняева).

Размещение рудного узла в региональном плане контролируется системой северо-западных долгоживущих разломов, проходящих вдоль северной окраины Балтийского щита (сброс Карпинского). Размещение жил контролируется разломами северо-восточного простирания. Каждое проявление представлено кустом жил от 6-7 до 10, длиной от 100 до 1400 и 2700 м (г. Долгая), мощностью от 0.5 до 2.5 и иногда 30-80 м.

Полиметаллические руды являются комплексным сырьем и по содержанию в них свинца, цинка и элементов-примесей отвечают требованиям промышленности. Содержание свинца колеблется от 0.52 до 22 %, среднее – 9 %, цинка от 0.15 до 9.59 %, среднее – 4.87 %. Среднее содержание серебра в рудах – 7 г/т, элементов примесей в сфалерите: кадмия – 3189 г/т, галлия – 150 г/т, германия – 476 г/т, что значительно выше минимальных технологически и экономически допустимых содержаний. Содержание золота в жилах до 0.3 г/т. В процессе ревизионных работ свинцово-цинковые жилы были оценены в отношении сопутствующих им

элементов-примесей: кадмия, галлия, германия, висмута, сурьмы. Такие элементы как индий, таллий, селен, теллур остались не изученными.

Ниже приведены прогнозные ресурсы по отдельным проявлениям.

Таблица

Название проявлений	Прогнозные ресурсы категории P_1		Прогнозные ресурсы категории P_2				Средние содержания, %		Глубина подсчета, м
	Pb	Zn	Cd	Ge	Ga	Ag	свинца	цинка	
София	8.0	7.6	43.2	6.5	2.0	16.4	1.19-7.19 (4.43)	0.23-8.28 (4.11)	250
Самуил	26.8	4.0	23.8	3.6	1.1	65.4	2.89-10.6 (7.55)	0.05-0.54 (0.37)	250
Раиса							0.07-0.65 до 3-4 и 21.32	0.02-0.35 до 1 и 11.45	
Губа Базарная	35.0	17.1	90.2	13.5	4.2	46.1	0.52-17.47 и до 21.98	0.52-9.59 до 10.95	250
Губа Долгая	34.3	18.1	110.5	16.5	5.2	83.3			
Итого	104.1	46.8	267.7	72.5	12.5	626.1			

В районе жильного поля Самуил обнаружено баритовое оруденение в кварц-баритовых и баритовых жилах, где барит составляет от 10 до 90 % объема жилы. Мощность баритовых жил 0.2-0.4 м до 1.35 м при прослеженной протяженности до 150 м. Подсчитаны запасы барита категории P_2 составляют 450 т. т. при содержании его в жилах в среднем 15 %.

Несмотря на высокие содержания свинца и цинка, запасы руд очень невелики и в настоящий момент проявления интереса не представляют.

Республика Коми.

На территории Республики промышленных месторождений свинца и цинка пока нет. Ресурсы полиметаллов сосредоточены в пределах Тиманской минерагенической зоны (Среднетиманский рудный район), в Полярноуральской (Кожимский рудный район) и Западноуральской (Илычский рудный узел) минерагенических зонах.

В Среднетиманском рудном районе стратиформное полиметаллическое оруденение выявлено в 1986-87 г.г. в районе Верхне-Щугорского месторождения бокситов. Зоны полиметаллической сульфидной минерализации вскрыты буровыми

скважинами в рифейских сланцево-карбонатных отложениях на глубинах от 50 до 400 м. Рудная минерализация (галенит, сфалерит, пирит, меньше халькопирит и борнит) локализована в двух рудных телах мощностью от 0.2-0.5 до 2-4 м (проявления **Водораздельное и Глубокое**). Текстура руд прожилково-вкрапленная, полосчатая, реже гнездовая и жильная.

Содержания свинца достигают 7.55%, цинка до 5.47%, серебра до 34.4 г/т.

На проявлении Водораздельном подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 на площади 1 км^2 и P_3 на площади 5 км^2 в следующем количестве: свинца – 46 и 170 т.т., цинка – 17 и 63 т.т., серебра – 23 и 86 т. при содержаниях свинца от 2.5 до 4%, цинка 0.3-0.5%, серебра в среднем 8.5 г/т. Учитывая детальность изучения рудоносной пачки (8 рудных подсечений – категория P_2 и 9 рудных пересечений из 26 – категория P_3) и небольшую площадь прогнозируемых объектов, соответствующую рудному полю, подсчитанные прогнозные ресурсы можно отнести к категориям P_1 и P_2.

На проявлении Глубоком, на площади 5 км^2, (2 рудных скважины из 6), прогнозные ресурсы также можно отнести к категории P_2 в количестве: свинца – 280 т.т., серебра – 79 т., при сохранении средних содержаний.

С учетом того, что общая протяженность полосы рудоперспективных отложений может быть увеличена в 2-3 раза общие прогнозные ресурсы категории P_3 в районе Верхне-Щугорского месторождения бокситов (площадь 25 км^2) составляют: свинца – 1.1 млн.т., цинка – 0,4 млн. т. Вполне вероятно нахождение руд с более высоким качеством, чем среднее по известным сечениям.

Оценка перспектив полиметаллического оруденения проводилась в 1988-89 г.г. при поисковых работах на бокситовые руды. В последующие годы специализированных на свинцово-цинковое оруденение работ не было. Поэтому, несмотря на отрицательную геолого-экономическую оценку (низкое качество и количество руд), представляется целесообразным проведение оценочных работ на полиметаллы, особенно в свете освоения бокситовых месторождений района.

Кожимский рудный район расположен в Полярноуральской минерагенической зоне, в среднем течении реки Кожим. Наиболее перспективным является **Кожимское проявление**, приуроченное к терригенно-карбонатным отложениям среднего ордовика. Проявления полиметаллов локализуются в призамковых частях блоково-изоклинальных складок. Пологопадающие пластовые и линзовидные тела сложной формы характеризуются неравномерным содержанием свинца, цинка и кадмия. При средней мощности 1,8 м рудные тела

прослежены по простиранию до 2 км, по падению – более 200 м. В раздувах мощность рудных тел достигает 20 м. Руды прожилково-вкрапленные и брекчиевидные, существенно цинкового (галенит-сфалеритового) состава.

Содержание цинка колеблется от 2.7 до 14.65%, свинца – 1.5%, кадмия – 0,01-0.5%.

В результате общих поисков (по состоянию на 01.01.88 г.г.) в пределах Кожимского рудного поля площадью 30 км^2 до глубины 300 м определены прогнозные ресурсы категории P_2 цинка – 700 т.т., свинца – 450 т.т. при средних содержаниях цинка – 2.4%, свинца – 1.5%.

В пределах всего Кожимского рудного района на площади 1000 км^2 в нескольких скважинах (при поисковых работах на марганец) подсечены рудные зоны мощностью 1.4-2.6 м с содержаниями цинка до 9.4% (среднее содержание на 2.6 м 2.68% и на мощность 1.4 м – 3.27%), свинца от 0.5 до 7.9%. Кроме того, в районе наблюдаются многочисленные точки минерализации, шлиховые ореолы сфалерита, галенита, вторичные геохимические ореолы свинца, цинка, серебра, бария, марганца. Подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_3 в количестве 2.2 млн. т. цинка и 1.4 млн. т. свинца.

С 1989 г. специальных работ на полиметаллическое оруденение в районе не проводилось. Но при поисковых и поисково-оценочных работах на марганец (1989, 1995 г.г.), на участке Кожимском одна скважина вскрыла в интервале 14.2-14.9 м галенит-сфалеритовую руду с содержанием свинца 7.04% и цинка – 5.79%, а в районе р. Балбанью в обнажении выявлена рудная зона мощностью 1.1 м с содержаниями свинца 0.48-2.92% и цинка 1.46-7.45%. Через 90 м это рудное тело подсечено скважиной на глубине 70.4-73.0 м с содержаниями свинца 0.5-7.9% и цинка – 1.8-9.4%.

В настоящее время в Кожимском районе ведется добыча золота, вблизи находится разрабатываемое месторождение кварца Желанное и подготавливаемое к освоению Парнокское месторождение марганца, поэтому перспектива будущего изучения полиметаллического оруденения в целом благоприятная.

Илычский рудный узел расположен в Западно-Уральской минерагенической зоне в долине р. Илыч. В 40-е годы здесь были проведены поисковые работы и в 1955 г. поисково-ревизионные. В пределах рудного узла известны проявления Сотчем-Иоль, Шантым-Прилук и Закола-Иоль, на которых подсчитаны запасы свинца, цинка и меди по категории C_2 и которые ранее относились к

месторождениям. ТКЗ были утверждены запасы только на проявлении Сотчем-Иоль в 1947 г.

Проявление Сотчем-Иоль представлено рудной зоной в пределах брекчевидных доломитов нижнесилурийского возраста, прослеженной горными выработками по простиранию на 120 м при истинной мощности 15 м на глубину до 30 м. Текстура руд гнездово-вкрапленная и прожилковая. Средневзвешенное содержание меди составляет 1.18%, цинка – 1.08%, свинца – 0.15%. Запасы категории C_2 меди 1.5 т.т., цинка – 1.0 т.т., свинца – 0.44 т.т.

Проявление Закола-Иоль располагается стратиграфически выше в тех же брекчиевидных доломитах. Горными выработками и скважинами выявлена пластовая рудная залежь мощностью около 7 м, прослеженная по простиранию на 2 км, по падению на 100-140 м. Состав руд сфалерит-галенитовый. Содержание цинка и свинца увеличивается с глубиной и составляет цинка до 6.2%, свинца до 11.3%. Запасы категории C_2 подсчитаны до глубины 100 м в количестве: свинца – 6.5 т.т., цинка – 2.1 т.т.

Шантым-Прилукское проявление представлено тремя линзовидными рудными телами в брекчиевидных доломитах, залегающими стратиграфически ещё выше. Рудные тела прослежены горными выработками и скважинами по простиранию на 30-170 м при средней мощности от 3.5 до 7 м, по падению до глубины 220м, единичными подсечениями до 350-400 м. Средневзвешенные содержания: свинца от 1.42 до 2.6%, цинка от 1.63 до 3.28%. Запасы категории C_2 до глубины 100 м составляют: 11 т.т. свинца и 7.4 т.т. цинка.

На всех трех проявлениях рудные тела не оконтурены, а размеры запасов на данной стадии изученности свидетельствует о том, что промышленного значения эти объекты не имеют. Кроме того, два проявления (Шантым-Прилук и Сотчем-Иоль) находятся на территории Печоро-Илычского заповедника.

В качестве перспективного выделен субмеридиональный «Правобережный» участок (на правом берегу р. Илыч вне зоны заповедника) площадью 10 км^2. Методом экстраполяции и аналогии с вышеописанными проявлениями на нем подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2: свинца – 260 т.т., цинка – 232 т.т. при средних содержаниях соответственно 2.8% и 2.5%.

Для всего Илычского района, площадью 1500 км^2, оценены ресурсы категории P_3 до глубины 400 м при тех же содержаниях: свинца – 2.2 млн.т., цинка – 1.3 млн.т., меди – 0.18 млн.т.

На площади Правобережного участка рекомендуются оценочные работы, в пределах рудного узла – прогнозно-поисковые.

Район экономически освоен слабо, дороги отсутствуют, поэтому проведение этих работ будет возможным после экономического развития района.

Таким образом, прогнозные ресурсы полиметаллических руд следующие:

Таблица

Название проявлений, площадей	Полезное ископаемое	Запасы и прогнозные ресурсы (т.т.)				Среднее содержание %	Глубина прогноза, м
		C_2	P_1	P_2	P_3		
Тиманская м.з. Среднетиманский р.р-н Верхне-Щугорская ПП (25 км^2)	свинец цинк			1100 400		3.0 3.0 0.5	
Водораздельное П (2.26 км^2)	свинец цинк серебро		46 17 23 т	170 63 86		1.7 0.62 8.5г/т	500
Глубокое П	свинец серебро			280 79		1.7 8.5г/т	500
Полярноуральская м.з. Кожинский р. р-н (1000 км^2)	свинец цинк				1500 2400	1.4 2.2	300
Кожинское р.п.	свинец цинк			450 700		1.5 2.4	300 300
Западно-Уральская м.з. Илычский р.у.	свинец цинк медь				2200 1300 180	2.8 2.5 1.18	400
Сотчем-Иоль П	медь свинец цинк	1.5 0.44 1.0				1.18 1.1 2.0	30
Закола-Иоль П	свинец цинк	6.5 2.1				1.1 2.0	100
Шантым-Прилукское П	свинец цинк	11.0 7.4				1.1 2.0	100
«Правобережное» П	свинец цинк			260 230		2.8 2.	400

						5	
Левобережная ПП	свинец цинк медь			312 280 40		2.8 2.5 1.18	

Министерством природных ресурсов РФ на 01.01.98 г. утверждены прогнозные ресурсы категории P_2 по Западно-Уральской минерагенической зоне (Илычскому и Кожимскому рудным районам без разделения) в количестве 700 т.т. свинца и 750 т.т. цинка.

Архангельская область.

Проявления полиметаллов выявлены в Вайгачском рудном узле Вайгач-Пайхойской минерагенической зоны. Здесь известны проявления Раздельное, Красное, Пайчо-То, Талата-Сале, Цинковый Нос, о. Цинковый и другие.

На первых четырех в 1945 г. по отдельным рудным телам были подсчитаны и утверждены ТКЗ запасы, которые не учитывались балансом (см. таблицу).

Несмотря на незначительные запасы, названные объекты и район в целом обладают благоприятными геологическими предпосылками для выявления крупных стратиформных залежей полиметаллических руд среди доломитов и доломитизированных известняков лландоверийского яруса нижнего силура.

Специализированных работ по поискам полиметаллов не проводилось.

4.8. Молибден и вольфрам.

Мурманская область.

Перспективным на поиски месторождений молибдена рассматривается крупное по масштабам, но бедное проявление Пеллапахк, расположенное в пределах Титовско-Колмозерской металлогенической зоны, сложенной вулканогенно-осадочными породами лопия. Проявление находится в центральной части Кольского полуострова, в 55 км к св. от пос. Ловозеро и в 50 км к югу от Серебрянской ГЭС. Руды относятся к штокверковому промышленному типу медно-молибден-порфировой формации. Главными полезными компонентами являются медь и молибден, сопутствующими золото и серебро. Минерализованная зона располагается вдоль контакта кварцевых порфиров с глиноземистыми сланцами и изучена тремя прерывистыми буровыми разрезами (15 скважин) с расстоянием между ними 600 и 800 м.

Продуктивная минерализация присутствует в осевой части минерализованной зоны в пределах двух сближенных субпараллельных зон мощностью 40-80 м и 150-190 м. Прослеженная протяженность рудных зон 2 км, предполагаемая – не менее 4.5 км.

Глубина вскрытия без изменения качественного состава руд 300м. Коэффициент рудоносности 0.6-0.7. Руды вкрапленные, прожилково-вкрапленные и прожилковые. Сульфиды в рудах представлены пиритом, халькопиритом, молибденитом, сфалеритом, в меньшем количестве галенитом, пирротином, ковеллином, арсенопиритом. Зона окисления отсутствует. Микрозондовыми исследованиями рудных минералов определены следующие полезные примеси:

- в пирите – золото до 300 г/т, серебро до 700 г/т;
- в халькопирите – золото, серебро, кадмий – первые сотни 2 г/т;
- в молибдените – рений до 300 г/т, селен до 330 г/т;
- в галените – серебро до 2100-7800 г/т, цинк до 0,59 %;
- в сфалерите – кадмий от 0.30 до 0.59 %

Средневзвешенные содержания в рядовых вкрапленных рудах составляют: молибдена – 0.062 %, меди- 0.25 %, золота – 0.08 г/т, серебра – 2.12 г/т; в прожилково-вкрапленных и прожилковых – молибдена – 0.11 %, меди – 0.48 %, золота – 0.07 %, серебра – 3.66 г/т. Оруденение богатых руд на глубину не оконтурено (глубина скважины 114.8 м). Предполагается, что до 40 % прогнозных ресурсов сосредоточено в относительно богатых рудах, занимающих около 30 % объема рудной зоны. Для всех типов руд характерно устойчивое высокое значение отношения Cu:Mo = 4 (для подобных объектов медно-молибден-порфировой формации оно больше 20).

Технологическими исследованиями двух малообъемных проб (до 40 кг) рядовых руд установлена возможность эффективного их обогащения с получением молибденовых концентратов, удовлетворяющих требованиям действующего ГОСТа, и медного продукта, пригодного для металлургического передела.

Таблица

Прогнозные ресурсы молибдена рудопроявления Пеллапахк

Категория ресурсов	Протяж. зоны, м / Мощн. зоны, м	Глубина оценки, м	Ресурсы руды, млн.т	Ресурсы, тыс.т.		Содержание %	
				Mo	Cи	Mo	Cи
Берт 0.03 Mo P_1	2000 / 210	450	298	184	745	0.062	0.25
P_2	2500 / 210	450	372	230	930	0.062	0.25
Всего:			670	414	1675		
В том числе богат. руды P_1	800 / 100	450	72	79	345	0.11	0.48
P_2		450	162	178	778	0.11	0.48
Всего богатых руд			234	257	1123		

С 1999 г. ведется геологическое доизучение м-ба 1:50000 сз. фланга Колмозеро-Вороньинского рудного узла, в рамках которого на проявлении Пеллапахк проводятся поисковые работы на молибден.

Республика Карелия.

Кроме описанного выше (глава 3.2.) непромышленного месторождения молибдена Лобаш, в пределах Республики Карелии имеются два проявления: Пяяварское, расположенное в Центрально-Карельской, и Ялонварское – в Западно-Карельской минерагенических зонах. Ранее эти проявления относились к месторождениям, но малые запасы и низкие средние содержания молибдена позволяют их отнести только к категории проявлений.

Пяяварское проявление раположено в Калевальском районе в 25 км к юго-западу от села Панозеро и в 98 км к западо-юго-западу от ж.д.ст. Кемь. Район экономически освоен слабо. В довоенные годы (1932-1938 гг.) было выявлено и разведано два небольших участка. Запасы по категории C_1 не утверждались, хотя учитывались балансом в количестве 107.8 тыс.т молибденовой руды и 57.7 тонн молибдена. В 1951-53 гг. на Пяяварском проявлении были поставлены оценочные работы, в результате которых все запасы были сняты с баланса, поскольку после переоценки месторождение утратило свое промышленное значение.

В 1990-93 гг. в районе Пяяварского проявления было снова проведено геологическое доизучение с охватом флангов и более глубоких горизонтов. Работы носили поисково-картировочный характер. Молибденовое оруденение прослежено вдоль тектонически нарушенной контактовой зоны позднеархейских плагио-микроклиновых гранитов с зеленокаменными породами пебозерской серии (амфиболиты, плагиосланцы). Зона трещиноватых зеленокаменных пород и гранитов насыщена кварцевыми жилами и аплитовыми телами. Молибден приурочен к зальбандам кварцевых жил, аплитов и трещин в окварцованных гранитах. Характерны околорудные изменения пород: интенсивное окварцевание (мощность 10-80 м) и умеренная пиритизация и серицитизация (5-6 м). Размеры тел невелики (ср. 110 м) при мощности от 6 до 28 м (ср. 14.5 м). Руды приставлены молибденитом и пиритом, частью присутствует пирротин, халькопирит, кубанит. Содержание молибденита в рудах крайне неравномерно (от 0.01 до 0.1 %), иногда достигая 0.15-0.45 %, содержание молибдена – 0.003-0.28 %, среднее – 0.053 %.

В итоге этих работ были подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_1+P_2 в количестве 100 усл.ед. на глубину до горизонта– 200 м, среднее содержание молибдена в рудах – 0.043 %, коэффициент рудоносности равен 0.34. По результатам переоценки проявление, как самостоятельный объект, не имеет промышленного значения. В случае освоения месторождения Лобаш оно может стать его резервной сырьевой базой.

Ялонварское проявление молибдена расположено в Приладожье в Сортавальском административном районе Карелии, в 18 км от ж.д. ст. Алатту Западно-Карельской ветки Октябрьской жел. дороги и в 75 км от г. Сортавала.

Проявление открыто в 1953 году, в период ведения разведочных работ на одноименном серноколчеданном месторождении и расположено на продолжении серно-колчеданной зоны оруденения, к северо-западу от него. Проявление приурочено к контактовой зоне небольшой гранитной интрузии. Руды слагают линзообразную залежь протяженностью около 600 м, локализующуюся среди кварц-серитовых и серит-кварцевых сланцев ялонварской свиты верхнего архея.

Гранитным массивом рудная залежь делится на 2 подзоны (северо-восточная и юго-восточная), соединяющиеся на глубине 175 м, где мощность рудной зоны достигает 230-250 м.

Молибденит образует тонкорассеянную вкрапленность, реже маломощные жилки. Кроме молибденита присутствуют пирит, халькопирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, пирротин.

По северо-восточной зоне подсчитаны запасы молибдена по категории C_1 – 1.8 тыс.т при среднем содержании молибдена 0.032 %, по юго-восточной зоне – по категории C_2 в количестве 1.48 тыс.т при среднем содержании молибдена 0.024 %. Проявление изучено до глубины 200 м.

Надо отметить, что в юго- восточной части молибденового проявления проводились в небольшом объеме поисковые работы с помощью буровых скважин, которыми установлены медномолибденовое и молибденовое оруденения на продолжении ранее изучавшейся рудной зоны к юго-востоку. Содержания молибдена те же, что и на самом проявлении, т.е. невысокие (0.01-0.1 %), но само оруденение прослеживается глубже зоны медно-колчеданного хорошо изученного в 50-е гг. оруденения. В отдельных интервалах керна содержание молибдена достигает 0.15 %, отмечается медная (до 0.8-1 %) и серебряная минерализация (до 10 г/т). Рудная минерализация встречена на глубинах 85-224 м, причем отдельные интервалы имеют мощность до 10 м. Таким образом, ни по содержанию, ни по масштабам Ялонварское

рудное поле достоверно не изучено, требуется проведение дополнительных оценочных работ на молибден.

Республика Коми.

Проявления молибдена и вольфрама контролируются зонами долгоживущих разломов и группируются вокруг массивов гранитоидов. Наиболее значительными объектами являются проявления Торговское, Холодное и Лимпопо, которые располагаются в пределах Торгово-Патокского рудного поля Западно-Уральской минерагенической зоны.

Торговское висмут-молибден-вольфрамовое проявление, открытое в 1939 г., до сих пор не изучено на глубину и на флангах. Проявление относится к молибден-вольфрам-кварцевому геолого-промышленному типу и представляет собой крутопадающую жильную зону на контакте субинтрузии риолитов и метаморфических сланцев рифея в надинтрузивной зоне Торговского гранитного массива. Жильная зона представлена серией согласных и субсогласных, кулисообразно расположенных, четковидных жил и прожилков с шеелитом, касситеритом, молибденитом, халькопиритом, айкинитом и другими рудными минералами. Мощность жил и прожилков варьирует от первых см до 1 м, протяженность 50-150 м. Общая протяженность жильной зоны – 700 м при суммарной средней мощности 7 м. Главный рудный минерал – шеелит. Содержание в руде (%): WO_3 – 3.8 (среднее 0.33), Mo – 2.48 (среднее 0.07), Bi – 1.24 (среднее 0.06). В большинстве проб отмечается повышенное содержание олова (среднее 0.007 %), золота (до 0.8 г/т), меди (до 0.4-0.8 %), серебра (2-10 г/т до 120 г/т). До глубины 12 м ресурсы категории P_1 составляют: Mo – 1.5 т. т., WO_3 – 6.9 т. т. Технологические исследования не проводились, но крупнозернистая вкрапленность шеелита позволяет предполагать хорошую обогатимость руд. Горнотехнические и гидрогеологические условия пригодны для отработки шахтным, а верхних горизонтов открытым способом. На флангах и глубоких горизонтах (до 500 м) прогнозируются ресурсы категории P_3, равные 10 т. т. WO_3.

Проявление **Холодное** (площадь 2.6 км^2) расположено в верховьях р. М. Паток. Относится к молибден-вольфрам-кварцевой рудной формации и штокверковому грейзено-гидротермальному типам. Главные компоненты: вольфрам, молибден. Рудный штокверк размером 1700х400 м связан с телом грейзенцированных гранитов: молибденовое оруденение локализуется преимущественно в гранитах, а вольфрамовое тяготеет к экзоконтактам. Жильные минералы представлены кварцем

и полевым шпатом; рудные – шеелитом, молибденитом, реже пиритом, халькопиритом и галенитом. Содержание (%):. WO_3 – до 0.93 (среднее 0.1), Mo – до 0.7 (среднее 0.05). Прогнозные ресурсы (P_2) до глубины 300 м составляют: . WO_3 – 130 т. т., Mo – 105 т. т.

Проявление Лимпопо (площадь 10.3 км^2) относится к штокверково-скарновому типу и приурочено к надинтрузивной зоне массива лейкогранитов.

По четырем вольфрамоворудным телам подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_1 (при мощности рудных тел 0.3-3.0 м, протяженности их по простиранию – 200-400 м, среднее содержание WO_3 – 0.126-0.24 %, до глубины 300 м) в количестве 3.7 т. т. WO_3 и категории P_2 – 19.7 т. т.

На этом же проявлении выделено восемь тел молибденовых руд, которые разобщены в пространстве с вольфрамовыми. При средних мощностях рудных тел от 1.2 до 9 м, длинах тел по простиранию 200-400 м, протяженности по падению 400 м и средних содержаниях от 0.033 до 0.373 прогнозные ресурсы молибдена категории P_1 составляют 4.2 т. т. На флангах рудного тела прогнозные ресурсы категории P_2 равны 45.1 т. т. молибдена (протяженность рудных тел 2850 м, мощность рудной зоны 180 м, суммарная мощность рудных тел 20.6 м, коэффициент рудоносности 0.137).

Кроме описанных проявлений в пределах рудного поля выделено еще шесть перспективных площадей (223.5 км^2), прогнозные ресурсы категории P_3 которых составляют 230 т. т. WO_3 и 451 т. т. Mo (при коэффициенте достоверности 0.4).

Таким образом, по Торгово-Патокскому рудному полю суммарные прогнозные ресурсы следующие:

категории P_1: WO_3 – 3.7 т. т., Mo – 4.2 т. т.

категории P_2: WO_3 – 157.3 т. т., Mo – 95 т. т.

категории P_3: WO_3 – 230 т. т., Mo – 451 т. т.

Несмотря на достаточно крупные ресурсы вольфрама и молибдена, их геологическое изучение значительно осложняется в связи с нахождением в неосвоенном районе, а также в пределах Национального парка «Югыд-Ва», которое, по-видимому, может быть осуществлено лишь в отдаленной перспективе.

Архангельская область.

Поисковые работы на молибден проводились в Северо-Тиманском рудном узле в пределах Румянично-Великорецкого рудного поля, где были выявлены многочисленные точки минерализации, геохимические и гидрохимические аномалии и одно рудопроявление молибдена – Мыс Бол. Румяничный (Чертов, 1977). Данная

площадь расположена в Ненецком автономном округе, в бассейне реки Черной, на территории, прилегающей к северо-восточной части Чешской губы и превышает 100 км^2. Молибденовая минерализация пространственно тяготеет к зоне Румяничного разлома в пределах Северо-Тиманского поднятия, где прослеживается прерывистой полосой на протяжении 18-20 км при ширине от 3 до 5 км.

Рудопроявление Мыс Большой Румяничный приурочено к контакту многофазовой дифференцированной интрузии щелочных сиенитов позднерифейского возраста с метаморфическими породами верхнепротерозойского возраста. К краевой части интрузии приурочена серия штоков позднерифейских гранитоидных пород. Самый крупный шток прослежен в плане на 400 м при ширине от 60 до 120 м и имеет неправильную трубообразную форму и субвертикальные контакты. Выполнены штоки сиенит-аплитами, щелочными гранитами, щелочными габбро, гранит-аплитами и лейкократовыми гранитами. Оруденение распространено как в эндоконтактовой части интрузий, так и во вмещающих породах и представлено серией тонких непротяженных молибденитовых или кварц-молибденитовых прожилков с чешуйчатым и пластинчатым молибденитом, а также примазками по плоскостям трещин, контактовым зонам и реже в виде вкрапленности. Молибденовое оруденение прослежено на глубину до 160 м. Содержание молибдена по результатам спектрального и химического анализов от 0.001 до 2.85 %, среднее – 0.07 %. Отмечаются также повышенные содержания меди, вольфрама, олова, свинца, цинка, циркона, ниобия, лантана, бериллия. Интрузии эрозией не вскрыты. Молибденовая минерализация установлена также во вмещающих метаморфических образованиях румяничной свиты верхнего протерозоя и во всех без исключения магматических образованиях байкальского и каледонского магматических циклов (габбро-диабазовый и габбро-сиенит-гранитовый комплексы). Поисковыми работами на молибден в радиусе 20 км от проявления Б. Румяничное выявлено большое количество точек с молибденовой минерализацией.

В целом по Румянично-Великорецкой площади выполнен подсчет прогнозных ресурсов категории P_3 (Чертов, 1977; Кочетков, 1988). За эталонный объект принято месторождение Коктеноль (Центральный Казахстан). На площади распространения сиенитов с молибденитовой минерализацией около 60 км^2 при глубине прогноза 300 м, среднем содержании молибдена 0.1 % и коэффициенту вариаций 0.3 прогнозные ресурсы составили 135 тыс. т молибдена, которые утверждены НТС ПГО «Архангельскгеология». В связи с тем, что площадь расположена в экономически неосвоенном районе при полном отсутствии транспортной инфраструктуры и возможности ее создания в ближайшие годы, она может являться лишь объектом для

перспективного планирования. На данной площади необходима постановка специальных поисковых работ.

Псковская и Новгородская области.

В этих областях представляет интерес совершенно новый осадочно-инфильтрационный геолого-промышленный подтип молибденового оруденения, выявленный в осадочном чехле Русской плиты.

Поисково-рекогносцировочными масштаба 1: 50 000 и геолого-съемочными работами масштаба 1:200 000 в пределах этих областей выявлена серия проявлений и рудных точек, по типу не имеющих себе аналогов в СССР и относимых по своему генезису к роллам – наиболее распространенному типу в группе инфильтрационных месторождений. В настоящий момент промышленные перспективы этих объектов не просматриваются и объединение их в самостоятельный геолого-промышленный подтип весьма условно.

Проявления и геохимические аномалии молибдена (как сопровождающие их, так и отдельные незаверенные) пространственно сгруппированы на двух площадях – Локновском рудном поле (Псковская область) и Старо-Русском рудном узле (Новгородская область).

В пределах Локновского поля (260 кв.км) молибденоносными являются участки тугоплавких алевристых глин швентойского горизонта верхнего девона, образующие линзы и маломощные слои (0.05-3.0 м), залегающие на глубинах 5-50 м. Кроме молибдена в форме нордизита (MoS_2 коллодный) и ильземаннита (Mo_3O_8 x nH_2O) рудоносные слои обогащены ураном (до 0.07 %), свинцом, цинком, ванадием, никелем, кобальтом. Прогнозная оценка выполнена прямым расчетом по Печорскому месторождению тугоплавких глин (кат. P_2 – 20), а затем методом аналогии рассчитана на всю перспективную площадь (кат. P_3 –50).

В пределах Старорусского узла (3000 кв.км) такое же обогащение рудными элементами отмечено в зеленовато-голубоватых глинах снежской свиты верхнего девона. Средняя мощность слоя, обогащенного молибденовыми стяжениями и сажеобразными включениями, составляет 1.0 м (колебания от 0.05 до 2.5 м). Содержание молибдена колеблется от 0.05 до 4.1 %, составляя в среднем по слою 0.1 %. Прогнозные ресурсы Ловатьского рудного поля (240 кв. км) оценены по кат. P_2 в количестве 20 тыс.т, по всему Старорусскому рудному узлу – по кат P_3 в количестве 50 тыс.т. Итого прогнозные ресурсы осадочного ГПТ категории P_2 – 40 тыс.т, P_3 – 100 тыс.т.

4.9. Бокситы.

Республика Коми.

Бокситовые руды сосредоточены в Тиманской минерагенической зоне, где выявлены месторождения и проявления бокситов девонской (Средне-Тиманский рудный район) и нижнекаменноугольной (Южно-Тиманский рудный район) эпох бокситообразования.

Средне-Тиманский рудный район представлен в основном Ворыквинской группой месторождений бокситов латеритного и осадочного типов, описание которых приведено выше. Перспективы дальнейшего прироста запасов бокситов высокого качества связаны со **Светлинским проявлением**, расположенным в 15-20 км северо-западнее месторождений.

На проявлении завершены поисковые (1989 г.) и не полностью, в связи с отсутствием ассигнований, поисково-оценочные работы (1995 г.), в результате которых оконтурены и изучены две залежи бокситов (Светлинская I и II). Залежи бокситов представлены линзовидно-пластовыми рудными телами с размерами 800-900х300-350 м и 600х100 м. Глубина залегания бокситовых пород варьирует от 3 до 54 метров, мощность изменяется от 2 до 19, иногда до 41 метра, составляя в среднем 6-8 метров. По минеральному составу выделяются бемитовые, каолинит-бемитовые, каолинит-гематит-бемитовые и гематит-бемитовые бокситы. По химическому составу бокситы относятся к средне- и высокоглиноземистому, умереннокремнистому, мало- и средне-железистому, малокарбонатному, бессернистому типам. Их кремниевый модуль в среднем составляет 6.7.

По кондициям Верхне-Щугорского месторождения подсчитаны запасы категории C_2 в количестве 4.5 млн.т. бокситов, пригодных для производства глинозема и абразивов, со следующим качеством: Al_2O_3 – 50.99%, SiO_2 – 7.78%, Fe_2O_3 – 24.55%, M_{Si} – 6.55.

Кроме глиноземистых бокситов на Светлинском проявлении выявлены высококачественные маложелезистые (МЖБ) белые разновидности руд, пригодные для изготовления огнеупорных изделий ответственного назначения.

Запасы категории C_2 МЖБ составляют 0.817 млн.т. при содержании Al_2O_3 – 79.76% и железа валового 2.58%. МЖБ имеют небольшую глубину залегания (30-60м) и сравнительно высокую мощность (6.0-8.5 м) пласта.

На прилегающей площади выделены 4 перспективных участка. По трем участкам площадью 0.4; 0.39 и 0.19 км^2 оценены прогнозные ресурсы категории P_1 в количестве 3.27 млн. т. методом аналогии с использованием удельной

рудоносности Светлинской площади – 9.43 млн.т./км^2. По четвертому участку площадью 3.2 км^2 подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 – 2.95 млн.т.

Таким образом на Светлинской площади имеются следующие запасы и прогнозные ресурсы: C_2 – 4.5 млн.т.; МЖБ; C_2 – 0.817 млн.т.; P_1 – 3.27 млн.т.; P_2 – 2.95 млн.т.

В связи с активным освоением ворыквинских месторождений бокситов Правительством РК предусмотрена переоценка и постановка оценочных работ на бокситы на Светлинской площади.

Кроме Светлинской площади запасы и прогнозные ресурсы подсчитаны по Южно-Ворыквинскому и Заостровскому проявлениям.

Южно-Ворыквинское проявление примыкает с юго-востока к Восточному месторождению. В 1991 году на проявлении были проведены поисково-оценочные работы, по результатам которых подсчитаны запасы бокситов категории C_2 в объеме 6.58 млн.т.

Среднее качество бокситов: Al_2O_3 – 50.56%, SiO_2 – 7.43%, Fe_2O_3 – 26.5%, M_{Si} – 6.80. Минеральный состав: бемит (преобладает), гематит, каолинит, гидрослюда. Размер залежи – 2400х600 – 300 м, форма линзовидно-пластовая, мощность продуктивного пласта – 1.4-9.3 м, средняя глубина залегания 392.7 м, линейный коэффициент вскрыши – 20м/м.

На примыкающих к залежи участках на площади 0.4 км^2 подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_1 в количестве 1.73 млн. т. и P_2 (4 изолированных участка площадью 1.372 км^2) – 2.98 млн.т.

Заостровское проявление расположено в 120 км к СЗ от Ворыквинской группы месторождений. Среднее содержание Al_2O_3 – 42%, P_2O_5 – 7%, кремниевый модуль – 2.9. Глубина залегания продуктивного горизонта от 15 до 350 м. Средняя мощность бокситового пласта – 4.5-8.5 м. Проявление является комплексным: фосфатный пласт перекрывается высокофосфористым (до 9.2% P_2O_5) шамозит-диаспоровым бокситом мощностью до 14 м.

По проявлению подсчитаны запасы C_2 – 24.8 млн. т. прогнозные ресурсы P_1 в количестве 0.8 млн.т. и P_2 – 8 млн.т. МПР на 01.01.1998 года были приняты прогнозные ресурсы бокситов только по Среднетиманскому рудному району по категории P_1 – 43 млн.т. (40 млн.т. Ворыквинская группа месторождений и 3 млн.т. Светлинская перспективная площадь) и P_2 – 3 млн.т. (Светлинская площадь).

В Южнотиманском бокситоносном **районе** выявлены месторождения и проявления осадочных бокситов нижнекаменноугольного возраста. Они

сконцентрированы в две группы: в северо-западной части Южного Тимана – Кедва-Тобысская (проявленияВаповское, Лоимское и Кедвинское) и в юго-восточной – Тимшерско-Пузлинская (одноименные месторождения с запасами соответственно категорий C_1 и C_2, не учтенными балансом). Бокситы перечисленных объектов залегают на глубинах 31-120 м, имеют каолинит-бемитовый состав и относятся к низкокачественным с кремниевым модулем 2.4-2.5. Кроме того, они являются высокосернистыми, что препятствует их переработке на глинозем по экономической схеме Байера. Наиболее подходящим является использование этих руд для производства огнеупоров, высокоглиноземистых цементов и пр. Подсчитанные прогнозные ресурсы категорий P_1 и P_2 (см. каталог) из-за низкого качества сняты с учета.

Перспективы обнаружения высококачественных бокситов на Южном Тимане связываются с **Ижемским рудным полем,** на котором в настоящее время проводятся поисковые работы. Проявление характеризуется неглубокозалегающим бокситоносным горизонтом, доступным для открытой отработки, имеет благоприятное географо-экономическое положение, удобные для отработки горно-технические условия.

Выделены боксито-перспективные участки под открытую отработку бокситов в интервале глубин 0-100 м площадью 570 км^2 с прогнозными ресурсами P_2 – 200 млн. т. и для подземной отработки на глубинах 100-180 м, площадью 180 км^2 с прогнозными ресурсами P_2 в 63 млн. т.

Кроме бокситов, проявление перспективно на огнеупорные глины, которые могут быть пригодны для производства огнеупорной строительной и грубой керамики. Содержание Al_2O_3 в глинах 24.48%, SiO_2 – 50.15%, кремниевый модуль – 0.49, огнеупорность 1626 С. Прогнозные ресурсы категории P_2 с содержанием Fe_2O_3 до 3% составляют 446 млн. т., в том числе с содержанием железа до 2% – 7.2 млн. т. (Топорков, 1999).

Ижемское рудное поле находится в сравнительно освоенном экономическом районе. Здесь развиты нефтегазодобыча, газопереработка и лесоразработка.

Архангельская область.

Кроме промышленного Северо-Онежского бокситового района (СОБР), где бокситовые руды приурочены к нижнекаменноугольным отложениям, вторым рудным районом является Средне-Тиманский, в котором бокситы установлены в корах выветривания среднедевонского возраста.

Северо-Онежский район описан выше в главе 3.1.2.

В пределах Средне-Тиманского рудного района находится перспективное Ямозерское рудное поле размером около 300 км^2. Данная площадь включает Володинское проявление и ряд бокситопроявлений к северо-западу от него. Бокситоносная кора выветривания залегает в карстово-эрозионных понижениях, образованных в карбонатно-сланцевых породах ворыквинской и павьюгской свит верхнего рифея, перекрывается терригенными отложениями среднего и верхнего девона. Выделяются два основных генетических типа кор выветривания: остаточные и переотложенные.

Володинское проявление представляет собой вытянутую линейную залежь размером 200-500х5000 м, средней мощностью бокситового пласта 3.88 м, глубиной залегания кровли 36-48 м. Бокситы представлены плотными каменистыми разностями. По латерали и в разрезе они замещаются сначала аллитами, затем каолинит-гидросюдистыми глинами и аргиллитами. Основными породообразующими минералами являются диаспор, шамозит и гетит. Содержание глинозема в бокситах колеблется от 38.5 % при кремневом модуле 2.1 до 66 % при модуле 9.6. Средний химический состав бокситов (при среднем модуле 3.38) следующий: Al_2O_3 – 47 %, SiO_2 – 13.9 %, Fe_2O_3 – 12.1 %, FeO – 8.6 %, TiO_2 – 1.9 %, CaO – 0.7 %, Na_2O – 2.2 %, P_2O_5 – 0.22 %. Объемный вес породы колеблется от 2.4 т/м^3 (остаточные) до 2.9 т/м^3 (переотложенные). По вещественному составу, литологическим типам бокситов и масштабам бокситоносности рудопроявление является аналогом южной группы залежей Верхне-Щугорского месторождения Ворыквинского рудного поля (Республика Коми).

Володинская залежь может быть отнесена к промышленным месторождениям среднего размера. По вещественному составу основная масса бокситов относится к маркам ЦБ-1, РБ, ГБ и МБ (ГОСТ-972-82), т.е. они пригодны для производства глинозема, огнеупоров, цемента и для мартеновского производства стали (Дворецкий, 1986). Кроме того, в связи с установленной возможностью флотационного обогащения шамозитсодержащих бокситов Ворыквинского рудного поля, аналогичные им по минеральному составу бокситы марки МБ Володинского проявления можно рассматривать как потенциальное сырье для получения глинозема.

Оценка прогнозных ресурсов бокситов **Ямозерского рудного поля** была выполнена в 1996 г. Дворецким И. И. (ЦГРЭ «Полярноуралгеология»). Прогнозные ресурсы по Володинскому проявлению подсчитаны по категории P_1 в количестве 29 млн. т и на территории, расположенной к северо-западу от проявления, по категории P_2

в количестве 46 млн. т, при средних содержаниях глинозема 44 %. Эти прогнозные ресурсы утверждены НТС ПГО «Полярноуралгеология».

МПР РФ на 01.01.1998 г. утверждены прогнозные ресурсы бокситов по Ямозерской площади по категории P_1 в количестве 8.5 млн. т, по категории P_2 – 5.0 млн. т. Расположение Ямозерской площади на западных флангах Средне-Тиманского бокситового района выдвигает ее в разряд резервных площадей с возможным освоением в далекой перспективе.

Вологодская область.

Перспективной на бокситы является Тихвинско-Онежская минерагеническая зона, охватывающая изученные промышленные рудные районы Тихвинский (Ленинградская область, месторождения Радынское, Малогорское и др.) и Северо-Онежский (Архангельская область, месторождение Иксинское, Плесецкое и др.) и находящийся между ними слабо изученный потенциально бокситоносный Прионежский рудный узел.

В результате проведения ГГС и ГДП-50 на площади Белоручейского горнодобывающего района (Вытегорский район Вологодской области) установлено, что бокситоносная толща в Прионежском рудном узле, в отличие от Тихвинского, залегает стратиграфически выше и приурочена к 3 и 4 пачкам патровской свиты тульского горизонта нижнего карбона (Буслович, 1995).

При разработке программы геологоразведочных работ на бокситы на перспективу до 2005 г. в Прионежском переходном районе, были учтены рекомендации ПО "Глинозем" в ГКЗ о необходимости производства поисков бокситов.

Очевидно, что постановка геологоразведочных работ на предварительно разведанных залежах и многочисленных проявлениях в северной части тихвинского бокситоносного района не целесообразна в связи со значительными глубинами залегания рудных тел и маленькими (до I млн.т) запасами. Они погружены на глубины 80-150 м под скальную вскрышу с многочисленными напорными водоносными горизонтами. Значительные глубины залегания продуктивных горизонтов здесь объясняются общим погружением довизейской рудоконтролирующей поверхности и удаленностью склонов водораздельных возвышенностей от границы выклинивания нижнекаменноугольных отложений и также воздыманием дочетвертичного и современного рельефа.

Это подтвердили материалы геологических съемок масштаба 1:50 000, проведенных в полосе карбонового уступа в 1984-1992гг. на Пашозерском, Южно-

Онежском и Водлицком объектах, где проведение поисковых работ на выявленных проявлениях не рекомендуется.

Наиболее перспективным и первоочередным объектом поисковых работ рекомендовалась бокситоносная площадь, расположенная в Вытегорском районе области в 20-25 км к юго-востоку от Онежского озера, вблизи Волго-Балтийского водного пути. Предполагалось, что здесь на склонах палеовозвышенности на глубинах 100-150 м могут быть рудные залежи по морфологии и размерам (средние и крупные – более 10 млн. т) аналогичные Северо-Онежским, а по качеству – тихвинского типа (без серы и хрома).

В 1990-1995 гг. на Вытегорской площади была проведена геологическая съемка масштаба 1:50 000 с общими поисками.

Общая мощность бокситоносной продуктивной толщи изменяется от 0.9 до 5.75 м, в среднем 3.4 м. Глубина кровли полезной толщи изменяется от 102.6 до 116.8 м.

Бокситовый комплекс представлен сиаллитами и аллитами, в одной скважине встречены бокситы общей мощностью 1.5 м. Содержание основных химических компонентов колеблется в пределах (%): SiO_2 – 15.31-18.53; AI_2O_3 – 34.92-61.9; Fe_2O_3 – 5.51-32.35; TiO_2 –2.32-4.23; CaO – 0.15-0.28; ппп 9.9-13.13; $H_2O_{гигр}$ 0.53-0.72. Кремневый модуль 2.02-4.04, в отдельных пробах на глубине 113 м достигает 7. Бокситы малокальциевые, кремнистые, железистые, высокоглиноземистые. По минералогическому составу – каолинит-бемитовые.

Для бокситов и бокситовых пород этой площади установлена общность следующих минерагенических факторов:

1. приуроченность залежей к региональной поверхности несогласия между девоном и карбоном и генетическая связь их с каолинитовой корой выветривания верхнедевонских отложений;
2. приуроченность пластовых залежей к долинообразным ложбинам глубиной до 10 м, осложняющим склоны палеовозвышенностей. Причем в отличие от тихвинского бокситоносного района ложбины осложняют все склоны, а не только восточные;
3. источником глиноземного материала для накопления бокситов являются породы эллювиально-делювиальной коры выветривания верхнедевонских верхнефранских и нижнефаменских пород, имеющей значительную до 5.5 м мощность на палеовозвышенностях девонского рельефа.

По видимому к началу карбона девонская поверхность представляла собой холмистую равнину, состоявшую из 2-х палеовозвышенностей с высотами до 20-30 м (Анненско-Мостовской и Вытегорской) окруженные с запада и севера палеоложбинами и палеодолинами.

В результате проведенных работ установлено, что обе палеовозвышенности бокситоносны с уровня залегания кровли второй пачки патровской свиты. Все проявления и пункты минерализации связаны с 3 и 4-ой её пачками. Это говорит о том, что процесс выветривания и вероятно бокситообразования на палеовозвышенностях продолжался всю алексинскую, михайловскую и часть веневской фазы, когда в процессе осадконакопления были перекрыты и своды палеовозвышенностей.

Причем следует отметить, что палеовозвышенности по форме и параметрам и расположению на значительном удалении от карбонового уступа, значительно отличаются от таковых в Тихвинском бокситоносном районе и аналогичны Северо-Онежским. Форма и размеры Анненско-Мостовской долины также свидетельствуют в пользу Северо-Онежского типа рудных ловушек.

В качестве перспективных объектов первой очереди выделяются Анненско-Мостовская площадь с одноименным проявлением и Вытегорская площадь.

Анненско-Мостовская площадь имеет площадь около 550 кв.км. глубина залегания пластов и линз бокситов 3.1 м , а бокситовых пород – 81.6-119.0 и 124-131 м. Возможно выявление пяти проявлений бокситов и бокситовых пород. Средняя площадь рудных тел составляет 4 кв. км. Общие прогнозные ресурсы категории P_2 качественных руд на пяти проявлениях составят: 3.24 м х 4 кв. км х 5 х 2 = 30 млн. т, где 3.24 – средняя мощность рудного тела, 2 – объемный вес.

При подсчете прогнозных ресурсов на проявлении Анненско-Мостовское принята только изученная часть долины в границах распространения бокситовых пород площадью 11 кв. км. Средняя мощность рудной залежи составляет 2.9 м . При объемном весе 2 т/м^3 прогнозные ресурсы категории P_2 составят 11 000 000 х 2 х 2.9 = 64 млн.т.

Учитывая, что промышленные разновидности бокситов (бокситы и аллиты) в тихвинском районе составляют 1/4 часть от общего объема бокситовой залежи, прогнозные ресурсы качественных руд на проявлении составят 16 млн. т.

Вытегорская перспективная площадь (320 кв.км) расположена к северо-востоку от Анненско-Мостовской. Здесь выявлены проявление скважины 927 и пункт минерализации. На проявлении скв. 927 бокситовые породы (аллиты и сиаллиты) и бокситы мощность 4.9 м (инт. 107.8-112.7 м) залегают непосредственно на девонских

отложениях. Рудное тело занимает почти полный объем 4-ой пачки патровской свиты нижнего карбона.

Прогнозные ресурсы по категории P_2 этой площади составляют не менее 10 млн. т бокситов и аллитов.

Кроме того, прогнозные ресурсы по категории P_3 подсчитаны для **Прионежского** рудного узла, находящегося в пределах Вологодской области, на площади 3000 кв. км в количестве 25 млн. т, при средней мощности бокситов и бокситовых пород 2 м, средней плотности бокситов 2 т/м^3, коэффициенте рудоносности 0.1, коэффициенте освоенности территории 0.1 и коэффициенте вероятности 0.1.

В пределах Вытегорской бокситоносной площади на **Среднерубежском** участке на глубинах 82-96 м выявлена залежь бокситовых пород (сиаллиты, аллиты) средней мощностью 3.17 м с кремневым модулем 0.84-1.06 и прогнозными ресурсами 13 млн.т. Отмечается увеличение мощности и улучшение качества бокситов в юго-западном направлении.

4. 10. Редкие металлы и редкие земли

Мурманская область.

Прогнозный потенциал имеет только выявленное в девяностые годы в пределах Кейвской минерагенической зоны новое Сахарйокское редкометальное рудное поле, перспективное на иттрий-циркониевые руды, не имеющие себе аналогов ни в России, ни за рубежом. Руды относятся к миаскитовому нефелин-сиенитовому геолого-промышленному типу.

Сахарйокское рудное поле включает два проявления: Сахарйокское и Лесное, на которых в 1997 г. были завершены поисково-оценочные работы (Пастернок).

Сахарйокский массив площадью 5.1 км^2, сложен щелочными и нефелиновыми сиенитами. Повышенные концентрации иттрия и циркония приурочены к нескольким субпараллельным телам нефелиновых сиенитов. Общая протяженность рудной зоны 2.5 км, при ширине на флангах 50-100 м до 900-950 м в центральной части. В нефелиновых сиенитах известно 8 рудных тел дугообразно-линзовидной и линзовидной формы длиной от 400 до 1540 м, шириной в плане от 10-15 до 50-300 м. Длина богатых рудных тел от 400 до 1425 м, мощность в плане от 15 до 100 м. Основные минерал концентраторы редких и редкоземельных элементов – циркон, бритолит и в, меньшей степени, пирохлор. Выделяются два типа оруденения: циркониевое и иттриево-циркониевое. По данным Гиредмета (1990г.) с цирконом связано – 77 % редких земель, с пирохлором – 20.5 % ниобия.

На массиве подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_1 по двум вариантам бортового содержания ZrO_2 : 0.4 % и 0.8 % (богатые руды). среди них выделен иттриево-циркониевый тип с содержанием Y_2O_3 – 0.02 %. Глубина оценки прогнозных ресурсов – 300 м от поверхности, богатых руд до 100 м.

Таблица

Тип руд	S тыс.м^2	Объем тыс.м^3	Ресурсы руды, млн.т	Ср.содержание компонентов, %				Прогнозные ресурсы P_1,т.т.			
				ZrO_2	Y_2O_3	Nb_2O_5	La_2O_3+ CeO_2	ZrO_2	Y_2O_3	Nb_2O_5	La_2O_3+ CeO_2
Борт. ZrO_2 0.4%	656.77	197031	499.6	0.614	0.023	0.051	0.096	3069.3	115.6	256.3	480.9
Борт. ZrO_2 0.8%	171.15	13255	35.8	1.074	0.031	0.065	0.118	384.4	11.1	23.1	42.4
Итого	827.92	210256	535.4					3453.7	126.7	279.4	523.3

Из 499.6 млн.т руды циркониевых руд – 237.2 млн.т, иттрит-циркониевых – 262.4 млн.т

Нефелин-полевошпатный концентрат, по данным Гиредмета, представляет наибольшую ценность. Выход его составляет 615 кг из тонны руды.

Несмотря на большие запасы (500 млн. т), по содержанию основных компонентов иттрий-циркониевые руды бедные, поэтому добыча и переработка их в настоящее время нерентабельна. Промышленную ценность могут представлять иттриевые руды, залегающие в северной и центральной частях проявления : 41.7 млн.т руды с содержанием Y_2O_3 0.063 %, ресурсы (P_1) 26.3 тыс.т Y_2O_3. мощность рудных тел до 30 м. , протяженность до 1250 м. Прогнозные ресурсы P_2 оцениваются в 50 млн.т руды с содержанием Y_2O_3 более 0.06 %.

Лабораторные технологические исследования показали возможность эффективного извлечения иттрия в бритолитовый концентрат.

В составе бритолита из руд нефелиновых сиенитов содержится:$\sum$ TR_2O_3 55.08 %, в том числе Y_2O_3 7.8 %; La_2O_5 13 %; Ce_2O_3 23.6 %; CaO 12.8 %; SiO_2 19.1 %; P_2O_5 3.6 %; ThO_2 1.45 %.

Руда обогащается гравитационно-электромагнитным способом без флотации. Прогнозируемые показатели при обогащении: содержимое Y_2O_3 в бритолитовом концентрате – 7.03 %, содержание ZrO_2 в циркониевом концентрате – 60 %, извлечение Y_2O_3 –60 %, Zr_2O_3 –50 %

Непосредственно на фабрике возможно получение конечного товарного продукта. Бритолит легко разлагается азотной кислотой с получением конечной товарной продукции в виде упаренного нитратного раствора редких земель, где доля иттрия 14 %. Извлечение РЗЭ в нитратный раствор около 92%. Единственным отходом переработки концентрата является направляемый на захоронение радиоактивный осадок с содержанием ThO_2 5-7 % (на сухой осадок).

В 15 км от проявления Сахарйок на участке **Лесном** при проверке аномалии АГСМ выявлены богатые жильные иттриевые руды. Оруденение связано с флюорит–кварц-магнетитовыми и магнетит-кварцевыми метасоматитами по нефелиновым сиенитам. Рудная минерализация представлена фергусонитом, цирконом, сфеном, иттробритолитом, торитом. Фергусониты содержат 25-50 % иттрия, до 2.5 % церия; иттробритолиты – 30-40 % иттрия, до 2.5 % трехокиси ниодима, до 1.5 % эрбия и до 3 % иттербия. По единичным штуфным пробам содержание двуокиси циркония достигает 1 %, иттрия до 0.2 %, ниобия до 0.05 % и цинка до 2 %.

Выделено три жильные зоны, в каждой –3-4 жилы протяженностью до 100 и более метров, мощностью – первые метры. На участке были определены прогнозные ресурсы P_1 и P_2 прямым подсчетом.

Таблица

Кат. рес-ов	S тыс.м^2	Объем тыс.м^3	Рес-сы руды, млн.т	Ср.сод-ние компонентов, %				Прогнозные ресурсы P_1,т.т.			
				ZrO_2	Y_2O_3	Nb_2O_5	TR	ZrO_2	Y_2O_3	Nb_2O_5	TR
P_1	64.95	129.9	434	1.21	0.40	0.31	0.153	5.24	1.74	1.33	0.66
P_2	161.13	322.5	1077					13,3	4,32	3,3	1,65
P_1+P_2	226.1	452.4	1511					18.27	6.06	4.63	2.32

Таким образом, прогнозные ресурсы (P_1+P_2) – 1.5 млн.т руды Y_2O_3 6 тыс. т с содержанием Y_2O_3 0.4 %. Богатые руды на участке Лесном остались недоизученными, как в геологическом, так и в экономическом плане. Сложный минеральный состав руд, высокая радиоактивность (несколько тысяч мкр./час), неоднозначная морфология тел (возможно, вместо жил – серия линз, гнезд), прогнозируемые сложные схемы обогащения и разделения концентратов, высокорадиоактивные отходы с повышенными содержаниями урана, тория не позволяют выполнить однозначную экономическую оценку этим рудам без получения дополнительных достоверных сведений об объекте. В целях принятия решения о промышленной значимости данного объекта

рекомендуется проведение минералогических и лабораторно-технологических испытаний на представительных пробах.

Тем не менее освоение небольших по масштабам богатых руд на участке Лесном возможно при условии разработки рядовых руд на массиве Сахарйок. Этот участок рекомендуется для дальнейшего геологического изучения параллельно с проявлением Сахарйок.

В дальнейшем, возможно, данные объекты смогут служить основой для создания новой сырьевой базы остродефицитных в стране ресурсов – иттрия и циркония.

Республика Коми.

Собственных месторождений редких и редкоземельных металлов в республике Коми нет. Балансом запасов учитываются ниобий и тантал Ярегского нефтетитанового месторождения.

Запасы и ресурсы ниобия, не учитываемые балансом, оценены для Пижемского проявления титана, северных залежей Верхне-Щугорского месторождения бокситов, полиминеральной россыпи Ичет-Ю (колумбит, ильменорутил) (см. главы 3.1.3. и 3.2.), а также в собственных проявлениях – Октябрьское, Новобобровское, Мезенское, Верхне-Мезенское, Косьюское.

Проявления **Октябрьское, Новобобровское, Мезенское и Верхне-Мезенское** расположены в Средне-Тиманском рудном районе и связаны с кварц-полевошпатовыми, гематит-полевошпатовыми, альбит-эгириновыми жилами, плагиоклазитами, приуроченными к зонам дизъюктивных нарушений в кварцитах и сланцево-кварцитовых толщах рифея. Полезная минерализация представлена редкими землями, в основном иттриевой группы. Рудными минералами являются ксенотим, ферриторит, ильменорутил, реже колумбит, монацит.

Проявление **Косьюское** представлено штоком карбонатитов размером 200х400 м. Вскрыто одной скважиной глубиной 300 м. Карбонатиты рассечены серией гетит-полевошпатовых, карбонатных и кварц-гематитовых жил. До глубины 90 м развита кора выветривания. Руды имеют резко выраженную цериевую минерализацию. Рудные минералы представлены бастнезитом, монацитом, рабдофанитом, пирохлором, редко колумбитом.

Запасы и прогнозные ресурсы редких и редкоземельных металлов представлены в таблице.

Таблица

Минерагеническая зона рудный район, месторождение, проявление	Площадь объекта, км^2	Глубина площади,	Ср. содержание компонентов, %	Запасы и прогнозные ресурсы, тыс.т.		
				C_2	P_1	P_2
Тиманская минерагеническая зона. Средне-Тиманский рудный район: Верхне-Щугорское месторождение бокситов	5.07.2	230400	Nb_2O_5 – 0,0835 Nb_2O_5– 0.049 TR_2O_3–0.1		32.63	76.7 156.6
Косьюское проявление	0.088	300	TR_2O_3–1.8 Nb_2O_5– 0.04 Ta_2O_5– 0.007	13.52 29.2 5.0	136029 5	
Октябрьское проявление	0.007	160	TR_2O_3– 0.21 Nb_2O_5– 0.02	0.712 0.05	50.5	
Новобобровское пр-ние	0.002	16	TR_2O_3– 0.24	0.60	1.	

		0	Nb_2O_5–0.34	40.853	01.5	
Верне-Мезенское пр-ние	0.0046	160	TR_2O_3–0.34 Nb_2O_5–0.1	3.3281.027	5.01.5	
Мезенское пр-ние	0.00054	160	TR_2O_3–0.18 Nb_2O_5–0.037	0.2310.472	0.20.5	
Пижемское проявление титана	38.8	80	TR_2O_3–0.078 Nb_2O_5–0.01			18023.671
Палеороссыпь Ичет-Ю	98	200	Nb_2O_5–0.014			7.132
Южно-Тиманский рудный район: Ярегское месторождение титана	288	400	TR_2O_3–0.039 Nb_2O_5–0.013 Ta_2O_5–0.0005		354.5118.	

					25.5	

Запасы и прогнозные ресурсы ниобия, тантала и редких земель ничтожно малы, среднее содержание их меньше минимально промышленных, удовлетворительных способов обогащения руд пока не разработано, поэтому в данный момент перечисленные объекты представляют только минералогический интерес.

4. 11. Золото.

Мурманская область.

Золоторудных месторождений на территории области нет, хотя их поиски ведутся с перерывами уже более 30 лет. За это время выявлены проявления золота, которые до настоящего времени не получили достоверной оценки.

Наиболее детально изученными, по сравнению с другими потенциально золотоносными структурами, являются проявления Титовско-Колмозерской минерагенической зоны, сложенной архейскими зеленокаменными породами.

Вороньетундровский рудный узел расположен в 52 км СВ от пос. Ловозеро и в 50 км к югу от пос. Серебрянская ГЭС. Все рудные объекты объединены системой тракторных дорог, проходимых летом автомобильным транспортом. Ближайшие железнодорожная станция и ГОК расположены в пос. Ревда, связанном с пос. Ловозеро асфальтовой дорогой (31 км). Расстояние до апатит-нефелиновой ОФ (АНОФ-№) 100 км (по железной дороге от пос. Ревда до пос. Титан).

В пределах Вороньетундровского рудного узла, который находится в ЮВ части минерагенической зоны на площади 8х25 км размещаются, кроме проявлений золота Няльм-1, Няльм-2 и Оленинское, два месторождения редких металлов – Васин-Мыльк и Полмостундровское и перспективное молибденовое проявление Пеллапахк. В юго-восточной части зоны находится крупное непромышленное месторождение редких металлов Колмозерское. Все это увеличивает перспективность рудного узла в целом.

В период 1969-85 г.г. в пределах золоторудных проявлений выполнены целенаправленные ревизионные и поисковые работы. Прямым расчетом оценены проявления Няльм-1, Няльм-2 и Оленинское (P_1 и P_2) и поставлены на учет ресурсы категории P_2 проявления Мешень.

Проявления Няльм-1 и Няльм-2 расположены на расстоянии 1 км друг от друга. Здесь же известны проявления россыпного золота в элювиально-делювиальных отложениях г. Няльмчечуайв и аллювии р. Няльмйок.

Проявление Няльм-1 открыто в 1974 г., оконтурено 12 скважинами в плане и прослежено до глубины 270 м. Руды относятся к убого-сульфидному типу золото-кварцевой формации и связаны с крутопадающим штоком габбро-диоритового состава, размером в плане 140-210 м. По морфологическим особенностям выделяются зона штокверкового оруденения линзовидной формы (60х160 м) и три жильных рудных тела мощностью от 2 до 4 м, протяженностью 45-110 м и длиной по падению 55-140 м. По падению оруденение не оконтурено. Золотое оруденение тесно связано с гнездово-прожилковым и жильным окварцеванием пород. Среднее содержание золота от 0.6 до 3.8 г/т. Продуктивность штокверковых руд на 1м углубки 12 кг золота. Среди рудных минералов преобладают пирит, марказит, мельниковит, пирротин, присутствуют самородный висмут, теллуро-висмут, самородное золото. Самородное золото ярко-желтого цвета, размером от 0.001 до 0.5-0.6 мм, встречаются мелкие самородки весом до 0.5-2 мг. Пробность 870-920. Форма выделений неправильная, листовая, дендритовидная, веретенообразная, встречаются кристаллы гексаэдрической формы и сростки с теллуро-висмутом.

Средневзвешенное содержание золота в штокверке составляет 1.2 г/т. При коэффициенте рудоносности 0.5 прогнозные ресурсы категории P_1 до глубины 300 м составляют 2.5 млн. т руды и 3 т золота.

Средневзвешенные содержания золота по жильным телам 11.6, 12.8 г/т; прогнозные ресурсы категории P_1 составляют 360 т.т. руды и 4.5 золота.

Проявление Няльм-1 сопровождается с поверхности шлиховым ореолом золота площадью 0.08 км^2, приуроченным к депрессии с мощностью четвертичных отложений от 5 до 15 и 40 м. Содержание золота по результатам опробования керна рыхлых отложений до 0.3-0.5 г/т, в отдельных пробах до 15.9-84.5 г/т. Оценка россыпной золотоносности не проводилась, но, учитывая благоприятную геоморфологическую обстановку и близость коренного проявления золотой минерализации, можно ожидать выявление россыпи с ресурсами в первые сотни кг золота.

Проявление Няльм-2 изучено 6 канавами и 10 скважинами глубиной от 46 до 102.4 м. Руды относятся к убого-сульфидному пирротин-халькопиритовому минеральному типу золото-кварцевой формации располагаются в средней части продольной минерализованной зоны в метагаббро-диабазах видимой мощностью от

40 до 140 м, прослеженной около 1.8 км и предполагаемой до 2.5-3 км. Для рудной зоны характерно интенсивное прокварцевание (до 40-45%), биотитизация, актинолитизация, эпидотизация и гнездововкрапленная пирротин-халькопирит-арсенопиритовая минерализация от 1-3 до 10-15%. Рудное тело имеет истинную мощность 3.4 м, длину по простиранию 105 м и по падению 50-100 м. Золото самородное, размером от 0.006-0.03 мм до 0.18 мм, пробность 920-930, средневзвешенное содержание 3.7 г/т. Ожидаемая продуктивность вскрытого отрезка кварцево-жильной зоны на 1 м углубки – 7.5 кг золота. Прогнозные ресурсы категории P_1 до глубины 300 м при коэффициенте рудоносности 0.5 составляют: руды – 1 млн. т., золота – 3.4 т.

На северо-западном фланге основного рудного тела предполагается наличие еще двух подобных объектов, по которым представляются такое же количество прогнозных ресурсов категории P_2.

Проявление Оленинское расположено в 18 км к СЗ от рудного поля Няльм и приурочено к субпродольной минерализованной зоне в амфиболитах протяженностью более 1350 м. На проявлении в 1976-82 г.г. выполнены поисковые работы, минерализованная зона изучена 14 канавами и 12 скважинами глубиной от 40 до 143 м.

Наиболее продуктивной является золото-арсенопиритовая минерализация с серебром гнездово-прожилково-вкрапленного характера, образующая концентрации в отдельных линзах до 30-40%.

Проявление представлено шестью выходящими на поверхность крутопадающими рудными линзами, к которым условно отнесены образования мощностью более 2 м и с содержанием золота более 1 г/т. Рудные линзы длиной по простиранию от 20 до 90 м, истинной мощностью от 1.8 до 7 м прослежены по падению на 60-120 м. Содержание золота варьирует от 0.02 до 14.7 г/т, среднее содержание 3.1 г/т. Содержание серебра колеблется от 0.5 до 100 г/т (максимальное 804 г/т по данным пробирного анализа). Прогнозные ресурсы категории P_1 золота по проявлению «Оленинское» до глубины 100 м оцениваются: руды 1 млн. т., золота 3 т.

По Оленинскому рудному полю до глубины 100 м подсчитаны прогнозные ресурсы P_2 в количестве 1.6 млн. т. руды и 5 т. золота.

Лабораторно-технологические испытания 6 проб с содержанием золота от 4.6 до 18.9 г/т и серебра от 6.3 до 633 г/т показали, что золото извлекается обычными процессами (гравитацией и цианированием), при этом общее извлечение золота из

руды составляет около 90%, колеблясь от 80.2 до 97.2%. Извлечение серебра в гравиконцентрат в трех пробах с содержанием серебра от 227 до 633 г/т составляет 27.7-29%. Общее извлечение серебра после обогащения на столе и флотации составило 83.7 до 90.3%. При металлургическом переделе этих концентратов с извлечением из них серебра 95% общее извлечение составит до 80%.

Укрупненные технико-экономические расчеты разработки мелких объектов показывают на рентабельную отработку при содержании золота 4-5 г/т.

В настоящее время в рамках геологического доизучения масштаба 1:50 000 северо-западного фланга Вороньетундровского рудного узла ведутся поисковые работы на золото на проявлениях Няльм-I, II и Оленинское. На проявлении Мешень прогнозные ресурсы категории P_2 равны

В настоящее время проводятся поисковые работы на золото в пределах **Южно-Печенгского рудного узла** на проявлении **Брагино.** Выполнены магниторазведка с детализацией по сети 200х25 м, электроразведка методом ВП-СГ, геохимические работы, в том числе площадное глубинное геохимическое опробование.

На изученной площади выделяются две рудоперспективные на золото зоны: «Северная» и «Южная».

«Северная» зона выделена исключительно по вторичным геохимическим аномалиям и приурочена к образованиям каллоярской свиты, сложенной углеродсодержащими сланцами и тектонитами по ним.

«Южная» зона трассируется геохимическими аномалиями золота, серебра, меди и свинца, а также шлейфом глыб метасоматических кварцитов с содержанием золота 0.6-1.154 г/т. Пространственно зона приурочена к вулканногенно-осадочным образованиям брагинской свиты нижнего протерозоя.

Зоны прослежены до 15 км по простиранию при ширине от 200 до 1500 м.

Наиболее перспективными в отношении золотого оруденения являются метасоматические кварциты, развитые по тонкопереслаивающимся углеродистым и хлоритплагиоклазовым сланцам с содержанием сульфидов 1-2 %, реже 5-7 %. Мощность тел кварцитов от 1-2 до 12.5 м, прослеженыпо простиранию до 500 м. Содержание золота в кварцитах от 1 до 8 г/т. Золото, в основном, присутствует в свободной форме в виде электрума, содержащего 75-76 % Au и 24-25 % Ag, в ассоциации с теллуридами золота и серебра (гессий, петцит).

Повышенные содержания золота также связаны с кварцевыми жилами и колчеданными пирит-пирротиновыми рудами. Кварцевые жилы обычно маломощные (до 1 м), иногда образуют серии сближенных тел, содержание золота

низкое иногда достигает 0.6 г/т. Мощность колчеданных руд 4-5 м, количество сульфидов достигает 80-95 %; колчеданное оруденение сопровождается альбитизацией и широкими ореолами лиственитов, содержание золота в которых достигает 2 г/т.

По данным шлихового опробования в 14 шлихах обнаружено золото в количестве 1-2 знаков, размером 0.1-0.8 мм. Форма золотин – пластинчатая, дендритовидная, октаэдрическая, лепешковидная; золото полуокатанное и неокатанное.

По проявлению Брагино подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 в количестве 25-30 т, и категории P_3 вцелом по Южно-Печенгскому рудному узлу – 100 т.

Республика Карелия.

Первые находки золота в Карелии известны ещё с петровских времен, когда монахи Даниловского монастыря чеканили собственную монету из золота, предположительно добытого ими в Олонецкой губернии. Возле дер. Надвоицы (1832 г.) золото обнаружено в кварцевой жиле. На Воицком руднике было добыто 74 кг золота и 106 кг меди. Были найдены меднорудные кварцевые жилы с содержанием золота 5-10 г/т в районе дер. Пебозерской, россыпи золота – в долинах рек Выг, Пяльма, Кумбукса, Шоба, Южный Выг и др.

В XIX начале XX века был выявлен целый ряд гидротермальных проявлений золота, связанных с сульфидно-кварцевыми жилами и зонами минерализации в кварцитах, сланцах, диабазах. Высокие содержания золота были установлены в рудах месторождения меднистых песчаников Воронов Бор (1-3 г/т до 77 г/т); в сульфидно-кварцевой жиле проявления Фаддейн-Келья (0.8-2 г/т до 60 г/т) и других.

Систематическое изучение золотоносности Карелии началось с 1970 года. Однако, промышленных месторождений, пригодных для рентабельной отработки на государственном уровне, здесь не выявлено. В связи с новой экономической политикой в 90-х годах стало ясно, что старательскими артелями и частными фирмами можно рентабельно отрабатывать мелкие объекты, что и осуществляется на месторождении Майском.

Учитывая это обстоятельство, перспективы Республики Карелия на золото резко возросли, т. к. она является одной из наиболее освоенных в Российской Федерации.

В возрастном отношении становление золоторудных проявлений охватывает большой промежуток времени от раннего архея (в железистых кварцитах Костомукшского месторождения) до палеозоя (в зонах палеозойской активизации).

В формационном отношении все известные проявления золота можно отнести к трем формационным типам – золото-сульфидно-кварцевому, золотоносных конгломератов и аллювиальных россыпей. Ниже приводится характеристика наиболее перспективных площадей.

К золото-сульфидно-кварцевой формации относятся все проявления гидротермального генезиса. Каждое конкретное проявление можно относить к более узкому формауионному подтипу – золото-кварцевому, золото-сульфидно- кварцевому и золото-сульфидному. Все они связаны и лопийскими зеленокаменными поясами и зонами активизации. И, несмотря на то, что запасы и прогнозные ресурсы известных проявлений измеряются сотнями килограммов и первыми тоннами, именно эти объекты могут представлять реальный практический интерес для старательской добычи.

В пределах Карелии выделяются следующие металлогенические зоны: Куолоярвинско-Топозерская, Западно-, Центрально-, Восточно-Карельские, Кенозерско-Сумозерская и Ладожско-Ботническая. Указанные минерагенические зоны локализованы в пределах гранит-зеленокаменных поясов, внутри которых зеленокаменные троги лопийского возраста, представляют собой отдельные рудные зоны. Зеленокаменные пояса Карелии имеют «классический» вид и не отличаются от канадских, австралийских и африканских, где с ними связаны известные месторождения золота (Поркъюпайн, Хемло, Шеба и др.).

Куолоярвинско-Топозерская минерагеническая зона протягивается в северо-северо-западном направлении от оз. Топозеро (Карелия) до Куолаярви (Мурманская область).

В 1989 г. завершились поиски в центральной и восточной частях Куолаярвинской структуры. Предложенная авторами модель, предусматривающая наличие «слепых» гранитоидных массивов, во многом дискуссионна и на практике не подтвердилась. Выявленные многочисленные разрозненные проявления золота имеют явно непромышленные содержания от 0.1 до 1.5 г/т.

Таловейский рудный узел расположен в пределах Костомукшского зеленокаменного пояса и включает одноименное месторождение, описание которого приведено в главе 3.2 .

Соанварский рудный узел включает одноименное проявление, располагающееся в висячем боку серноколчеданной залежи на удалении от последней на 30 м. Золотое оруденение приурочено к субсогласной зоне мощностью 10 м среди кварц-биотит-хлоритовых и слюдисто-кварцевых сланцев. Зона прослежена по падению на 35 м, по

простиранию – на 220 м. Установлены содержания золота от 0.03 до 18.4 г/т, серебра – до 5-6 г/т, меди – до 0.1-0.2 %, мышьяка до 0.4 %. Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, пирротином, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом.

По проявлению прогнозные ресурсы категории P_2 оценены в 1.5 т. В пределах рудного узла широко развиты тела кварцевых порфиров, имеющих рудоконтролирующее значение для локализации золотого оруденения. Для рудного узла в целом определены прогнозные ресурсы категории P_3 в количестве 30 т.

Центрально-Карельская минерагеническая зона прослеживается в северо-западном направлении от озера Сегозера до озера Среднее Куйто. Проявления золото-сульфидно-кварцевого типа выделены в пределах Карбозерско-Эльмусского и Шотозерского рудных узлов.

Карбозерско-Эльмусский рудный узел включает Машозерское и Эльмусское рудные поля, на которых проводятся геохимические поиски (тиллевая съемка) масштаба 1:200 000 (2002 г.). В результате работ в **Машозерском рудном поле** выделено 8 участков, перспективных на поиски месторождений золота гранит-порфирового (тип Лобаш-1) и золото-медно-сульфидного в дайках габбро-диабазов (шуезерский тип) общей площадью 250 км^2 с прогнозными ресурсами категории P_2 – 40 т золота.

Эльмусское рудное поле включает месторождение Педролампи (гл.) и проявления Орехозеро, Талпус и другие. На площади выполняются геохимические поиски масштаба 1:25 000 и поисковые и поисково-оценочные работы (2002 г.).

Все объекты располагаются в субмеридиональной зоне рассланцевания и брекчирования вмещающих пород: вулканитов среднекислого состава, их туфов, углеродсодержащих сланцев. Кислые вулканиты преобразованы в кварц-хлорит-серицитовые, кварц-серицитовые, альбит-серицитовые сланцы. Зона прослежена по простиранию на 2-3 км при мощности 600-700 м. В ее пределах наблюдаются субсогласные крутопадающие кварцевые штокверки мощностью 25-40 м, протяженностью 300-400 м. Содержания золота колеблется в очень широких пределах от 1 до 48 г/т и максимально до 110 г/т, средневзвешенное содержание золота составляет 3-4 г/т. Прогнозные ресурсы по рудному полю в целом оценены в 30 т (P_2)

В результате проводимых в настоящее время поисково-оценочных работ золоторудная зона на месторождении Педролампи прослежена в северном направлении за пределы подсчетных блоков (C_2 и P_1) на 100 м и до глубины 250-300 м. Это позволило переоценить суммарные запасы и прогнозные ресурсы до 12.9 т (вместо 9.5 т). Работы не завершены.

Шотозерский рудный узел включает выявленные при проведении ГГС-50 с общими поисками Хаутаварское, Няльмозерское рудные поля и проявление Новые Пески.

В Хаутаварском рудном поле известны золтопроявления Хаутаварское, Центральное и Хюрсюльское. **Хаутаварское** проявление локализуется среди графитистых сланцев и туффитов андезит-дацитового состава. Оруденение связано с пологой субсогласной зоной интенсивной сульфидизации (20-30 % сульфидов), прослеженной по простиранию на 1.5-2 км, при ширине 300-400 м. Содержания золота 2-5.5 г/т.

Проявление **Центральное** контролируется субмеридиональной зоной интенсивного окварцевания и березитизации среди гранитоидов хаутоварского комплекса. Золотое оруденение связано с кварцевыми жилами. Содержания золота варьируют в широких пределах – от 0.03 г/т до 20 г/т. По проявлениям прогнозные ресурсы категории P_2 оценены в 15 т.

Для золотого оруденения **проявления Хюрсюля** характерна теснейшая связь с пропилитами хлоритового типа по оливинит-перидотит-пироксенит-габбровому комплексу пород, ассоциация с халькопиритом и локализиация в сколовых трещинах северо-западной ориентировки. В пределах участка выявлено 10 крутопадающих жилообразных и прожилково-вкрапленных рудных тел мощностью от 0.3 до 5.0 м, прослеженных на 200-1500 м. Наибольшие содержания золота до 20.3 г/т получены при опробовании кварцевой жилы мощностью 0.3 м, залегающей в пропилитизированных метагаббро. Золото ассоциирует с гнездовой вкрапленностью пирита и халькопирита, сопровождается медью (до 0.5 %) и серебром (до 20 г/т). Рудное тело, подсеченное скважиной, прослежено на 100 м к северо-западу, где канавой вскрыты апогаббровые лиственитs с содержанием золота 1.2 г/т на мощность 2 м. Средневзвешенное содержание золота состаляет 8 г/т. Приняты прогнозные ресурсы по категории P_2 – 20 т и по рудному полю P_3 – 50 т.

Няльмозерское рудное поле расположено южнее Хаутаварского. Перспективы его определяются наличием золотопроявлений: Няльмозерского и Каллеоя. В первом – золото связано с метатуфосланцами дацит-риолитового состава, во втором – с биотит-хлоритовыми, кварц-биотит-хлоритовыми метасоматитами по базитам дайкового комплекса. Установленная протяженность одной из минерализованных зон – 0.7 км. Содержание золота колеблются от 0.3 до 3.9 г/т (Няльмозерское) и 0.3-1.7 г/т (Каллеоя). Прогнозные ресурсы по категории P_2 по Няльмозерскому рудному полю составляют 10т.

Проявление Новые Пески. Оруденение приурочено к зонам актинолит-хлорит-кварц-эпидотовых метасоматитов с обильной арсенопиритовой и пиритовой вкрапленностью среди амфиболовых сланцев и амфиболитов среднего лопия. Протяженность зон составляет от 1 до 1.5 км при мощности от 0.2-0.4 до 1.8-2.2 м. Содержания золота колеблются в широких пределах: от 3.2 г/т до 10-12 г/т, в единичных случаях – 56.4 г/т. Средневзвешенное содержание золота составляет 10 г/т. Прогнозные ресурсы по категории P_2 оцениваются в 12.5 т.

В пределах Шотозерского рудного узла рекомендуются прогнозно-поисковые работы масштаба 1:200 000 и на всех рудопроявлениях поисково-оценочные работы первой очереди.

Восточно-Карельская минерагеническая зона включает Лехтинский и Шомбозерский рудные узлы, охватывающие одноименные нижнепротерозойские структуры, фундаментом которых являются зеленокаменные лопийские пояса или их фрагменты и архейские гранитоиды.

В Лехтинском рудном узле выделяются Колгеварско-Железноворотинское и Шуезерское рудные поля.

В пределах **Колгеварско-Железноворотинского рудного поля** рудоносность определяется наличием золотопроявлений, размещающихся среди кислых вулканитов сумия и вулканитов основного состава сариолия (Колгевара, Хахлозеро и др.). Оруденение связано с карбонат-мусковитовыми, серицит-мусковитовыми, мусковитовыми метасоматитами складчато-разрывных зон, с жилами кварцевого и сульфидно-кварцевого состава, а также с кислыми вулканитами. На проявлении Колгевара рудоносная зона прослежена на 1.5-2 км при мощности 500-600 м. Содержание золота в жилах составяет 4-5 г/т. На аналогичном проявлении Хохлозеро содержание золота в сульфидно-кварцевых жилах достигает сотен г/т.

В лопийских образованиях, обрамляющих Лехтинскую структуру, размещается золоторудное проявление Лобаш-1, выявленное при поисковых работах на молибден, а в 1992-93 г.г. на нем проведены специализированные на золото поиски. Рудная зона проявления Лобаш-1 представляет собой штокверк, состоящий из многочисленных линзовидных кулисообразно расположенных рудных тел, субгоризонтальных или пологопогружающихся на северо-восток. Штокверк вытянут в северо-западном направлении на 700 м при ширине 200-400 м и мощность 200-250 м. Размеры рудных тел в пределах штокверковой зоны – от 50х50 до 650х350, мощности 1-5 м, редко 6-8 м, глубина залегания 250-300 м. Оруденение локализовано неравномерно и приурочено к

зонам интенсивного окварцевания и сульфидизации, отдельным кварцевым и карбонат-квацевым жилам, приконтактовым частям тел кварцевых порфиров.

Руды золото-сульфидно-кварцевые, вкрапленные, прожилково-вкрапленные. 97.5% золота находится в свободной форме, 2.5 % – в сульфидах. Преобладающий размер зерен – 0.15 мм, иногда до 0.8 мм в поперечнике, пробность 620-950. Содержания золота колеблются от 1-1.5 г/т до 2.5 – 3-10 г/т. Наибольшее – 216 г/т выявлено в кварцевой жиле мощностью 0.2 м. Содержания золота более 1 г/т (пробирные анализы проб) сосредоточены в пределах рудных пересечений мощностью 1-10 м, концентрации более 10 г/т отмечаются спорадически. Сопутствующими элементами для золота являются медь (0.1-1 %) и серебро (10-100 г/т). Количество прогнозных ресурсов категории P_1 до глубины 250 м составляет 3 т при среднем содержании золота 5 г/т, запасы категории C_2 – 5 т при бортовом содержании 1 г/т и 4.43 т при бортовом содержании 2 г/т. На проявлении рекомендуются поисково-оценочные работы.

Прогнозные ресурсы категории P_3 по всему Колгеварско-Железноворотинскому рудному полю равны 29 т.

В пределах **Шуезерского рудного поля** локализуются проявления Риговарака и Шуезеро, аналогичные проявлениям Колгевара и Хохлозеро. Прогнозные ресурсы рудного поля оцениваются по категории P_2 в 23 т золота.

Кенозерско-Сумозерская металлогеническая зона протягивается от озера Кенозеро (Архангельская область) до Беломорского блока на северо-западе. В ее пределах выделяется перспективный **Южно-Выгозерский рудный узел** с Рыбозерским месторождением (см. гл.) и проявлениями Заломаевское, Южно-Заломаевское, Тайгеницкое и другие. В настоящее время на данной территории проведена ГГС-50 с общими поисками. При заверке магнитных аномалий и вторичных ореолов золота бурением в пределах **Заломаевского проявления** выявлены две зоны измененных вулканитов (лиственитты) на контактах с телами кварцевых порфиров. Первая зона прослежена по простиранию на 3 км, в пределах ее установлен ряд интервалов мощностью 1-1.5 м с содержанием золота 1.5-6.62 г/т. Вторая зона характеризуется содержанием золота до 25 г/т на мощность 1 м в висячем боку кварцевых порфиров и 13.9 г/т на мощность 1.2 м – в лежачем боку. Оперативно по проявлению приняты прогнозные ресурсы. Категории P_1 – 2.5 т.

На Южно-Заломаевском проявлении минерализованные зоны с повышенным содержанием золота также приурочены к уровням разреза, насыщенным телами кварцевых порфиров. Рудный интервал сложен окварцеванными карбонатизированными хлоритизированными андезито-базальтами с вкрапленностью

халькопирита, пирита и пирротина в экзоконтакте кварцевых порфиров. Содержание золота 7.2 г/т на истинную мощность 0.8 м.

На Тайгеницком проявлении повышенные содержания золота 2.42 г/т на мощность 1м отмечаются в лиственитизированных метабазальтах в нижнем эндоконтакте тела кварцевых порфиров.

В целом по Заломаевскому рудному полю прогнозные ресурсы составляют 22 г золота (P_2) и по всей площади узла – 78 т (P_3).

Онежская минерагеническая область обрамляет с севера Онежское озеро и представляет собой наложенную структуру синклинорного типа, выполненную карбонатно-терригенно-сланцевыми образованиями карельского комплекса, прорванными силлами габбро-диабазов. В северо-восточной части, при проведении опережающих геофизических работ масштаба 1:50 000, было выделено **Пажинское рудное поле**, в пределах которого наблюдаются многочисленные точки минерализации с золотом. Золото связано с кварцевыми и кварц-карбонатными жилами и зонами гидротермально-метасоматических пород, развитых на контакте углесодержащих сланцев и шунгитов заонежской свиты с карбонатно-терригенными образованиями туломозерской свиты нижнего протерозоя. Промышленных содержаний золота не отмечено.

В северной части Онежской металлогенической зоны в ходе проведения ГДП-50 с общими поисками проверялись перспективы **Медвежьегорского рудопроявления** золота. Проведенными буровыми работами установлено, что это оруденение стратиформного типа. Приурочено оно к горизонту медистых песчаников (борнит, халькозин) мощностью 20 м, в котором широко проявлена медная минерализация. Содержание золота до 5 г/т. Горизонт прослежен на 600 м. Оценены прогнозные ресурсы по категории P_3=15 усл. ед. до глубины 100 м.

С северо-запада к Онежской минерагенической области примыкает перспективная Эльмусская площадь размером около 180 км^2. Здесь известно несколько проявлений золота. Наиболее интересное из них месторождение Педролампи, расположенное в 3.5 км южнее оз. Орехозеро. Площадь по результатам геохимического опробования керна скважины 84, пройденной в 1988 г., где в интервале 89-130 м в 7 пробах из бергаульских сланцев обнаружены содержания золота 0.08-18.5 г/т.

Эльмусское проявление локализуется в зоне контакта сланцев бергаульской свиты с отложениями янгозерской свиты. Бергаульская свита представлена чередованием рассланцованных и милонитизированных пород кварц-карбонатно-хлорит-серицитового сотава с реликтами кварцевых порфиров. Разрез янгозерской свиты

представлен кварцито-песчаниками с прослоями кварцевых конгломератов мощностью 80-85 м, которые перекрываются метадиабазами. Общяя мощность пачки – 130 м. Породы имеют субмеридиональное простирание и вертикальное (80°-85°) падение.

Контакт ятулийских и архейских пород тектонический-милонитизированный и рассланцованный с жилами кварца. Простирание контакта 355°. Тектониты имеют линзовидно-полосчатое строение, определяемое различным соотношением кварца, хлорита, серицита, карбоната. Характерно присутствие идиоморфных кристаллов пирита с теневыми двориками. Размер кристаллов 2-5 мм до 3-4 см, содержание – 20-25 % объема. Повышенная золотоносность связана с пиритом. Кроме того, спорадически встречаются зерна пирротина, халькопирита, магнетита и гематита. Содержание золота колеблется от 1-2 до 5-7 г/т, реже 15-27 г/т, в 2-х пробах – 40 и 240 г/т, средневзвешенное содержание – 1.7-7.0 г/т на стволовую мощность 3-11 м.

Прогнозные ресурсы Эльмусской площади по категории P_2=45-50 усл. ед.

В ходе поисковых работ (2000-2002 г. г.) в пределах **Ладожско-Ботнической минерагенической зоны** (Сортавальская площадь) выделено перспективное **Янисъярвинское рудное поле**, в пределах, которого установлено 4 проявления золота: Алатту, Янисйоки, Хемякоски и Сурисуо. Эти проявления образуют две протяженные золотоносные зоны: Алатту-Хямекоски северо-восточного простирания длиной не менее 5 км и шириной около 1 км и Янисйоки-Сурисуо север-северо-западного простирания длиной около 30 км и шириной 0.8-1.0 км. В пределах рудных зон золотое оруденение концентрируется неравномерно и приурочено к рудным узлам, соответствующим массивам тоналит-порфиров и скоплениям гранитов. Наиболее изученными являются проявления Алатту и Янисйоки.

На **проявлении Алатту** золотая минерализация проявлена в связи с Ляскельской зоной смятия субмеридионального простирания и интрузиями диорит-гранодиоритовой и тоналит-порфировой формаций. Зона смятия сечет песчанико-дацитовые образования наатсельской свиты нижнего протерозоя и контролирует размещение даек суйстамского комплекса (габбро-даибазов, габбро-диоритов, плагиогранит-порфиров). Оруденение золото-сульфидного типа. Сульфиды представлены пирротином, пиритом, арсенопиритом. Околорудные изменения выражены в биотитизации, сульфидизации, окварцевания, карбонатизации и ороговиковании метапесчаников и пропилитизации габбро-диоритов. По данным штуфного опробования содержание золота в минерализованных зонах составляет 1-30 г/т. Предполагается, что среднее содержание золота в бороздовых пробах составляет 4 г/т. Суммарная мощность рудных тел оценивается в 10 м, протяженность – 300 м. Прогнозные ресурсы золота категории P_2

при глубине подсчета 150 м оцениваются в 4.7 т. Перспективы проявления Алатту связываются с невскрытым эррозией массивом тоналит-порфиров и зонами минерализации в терригенных породах надапикальной части массива. Они составляют 10 т (P_3).

При проверке геофизических аномалий на проявлении Янисйоки в западной экзоконтактовой части массива тоналит-порфиров выделена перспективная зона протяженностью 800 м с суммарной мощностью рудных тел 5 км и средним содержанием золота 3 г/т. Прогнозные ресурсы категории P_2 подсчитаны до глубины 150 м и составили 2.3 т. На всей площади участка в зоне протяженностью 2.4 км и шириной 250-300 м прогнозные ресурсы категории P_3 оцениваются в 8 т. Прогнозные ресурсы категорий P_2+P_3 в целом по Янисъярвинскому рудному полю составляют 25 т золота.

Кроме того, на территории Карелии имеются определенные перспективы золотоносности, связанные с Макалахтинским и Бураковским рудными узлами.

В геологическом отношении **Маткалахтинский рудный узел** представляет собой трогообразную синклинорную структуру, вытянутую в субмеридиональном направлении почти на 100 км. Площадь его 500 км^2. Выполнена структура осадочно-вулканогенными образованиями парандовской свиты лопийского возраста. Вулканиты сильно дифференцированы от риолитов до коматиит-базальтов. В настоящее время здесь ведутся работы масштаба 1:50 000 с общими поисками. При этом одной из первоочередных задач стоит оценка золотоносности. Маткалахтинский узел по своему геологическому строению и возрасту аналогичен Хаутаварскому рудному полю, но по размерам превышает его в 3-4 раза. Сравнивая эти две структуры, по Маткалахтинскому узлу прогнозные ресурсы золота по категории P_3 – 40 т при среднем содержании 6 г/т.

В Карело-Кольском регионе известны еще несколько проявлений золото-сульфидно-кварцевой формации, которые находятся за пределами указанных минерагенических зон. Перспективы их остаются неясны.

Перспективы золотоносности **Бураковского рудного узла** связаны с зоной разломов, которая проходит в меридиональном направлении по западному борту Аганозерского блока и восточному Шалозерского. Протяженность зоны более 30км при ширине около 2 км, падение крутое (70°-80°) на запад. В пределах зоны выявлено восемь проявлений золота с содержанием 0.54-17.43 г/т. Ультраосновные породы в зоне разлома брекчированы, катаклазированы, трещиноваты, секутся серпентин-карбонатными прожилками мощностью до первых сантиметров, часто с сульфидами

пирита, пирротина и халькопирита. Среди вебстеритов отмечаются участки тальк-тремолит-карбонатных метасоматитов с сульфидами меди и железа (до 1%), а сами породы амфиболизированы, оталькованы и карбонатизированы и несут редкую вкрапленность петландита, пирита, халькопирита, пирротина. В качестве попутных компонентов присутствуют платина до 0.56г/т и палладий до 0.91 г/т.

В пределах субмеридиональной зоны на площади 29.5 кв.км подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 до глубины 150 м в количестве 123.5 усл.ед. При подсчете ресурсов мощность минерализованной зоны принята 20.2м, средневзвешанное содержание золота 7.6 г/т, коэффициент рудоносности 0.21 и коэффициент неравномерности оруденения 0.2, на котором рекомендуется проведение поисковых работ.

При детализации в субмеридиональной зоне разломов выделены и рекомендованы для проведения поисковых работ два перспективных участка: в районе скв. 6, 269, 267 (Аганозерский блок), прогнозные ресурсы категории P_2 которого составили 14т и в южной части зоны (скв.170) участок площадью 3.5 кв.км с прогнозными ресурсами P_2 16.5 усл.ед.

В качестве потенциального перспективного источника золота рассматриваются также хромовые руды Бураковско-Аганозерского массива, в частности, рудопроявлений Рагнозерское и скв. 306, в хромитовых рудах которых установлено наличие золота в количестве 7.1-7.2 г/т. Прогнозные ресурсы хромитовой руды категории P_2 до глубины 300 м на Рагнозерском проявлении площадью 1 кв.км, оцениваются в 1.35 млн.т, прогнозные ресурсы золота (P_2) при таком же объеме руды с учетом коэффициента неравномерности (0.5) составляют 5.0 т.

На проявлении скв. 306, площадью 0.84 кв.км, при прогнозных ресурсах (P_2) хромитовой руды 0.462 млн.т золота – 1.6 т. при коэффициенте неравномерности 0.5.

На указанных проявлениях хромитовые слои имеют незначительную мощность и низкое качество хромовых руд, основную их ценность составляет наличие золота.

Таким образом, прогнозные ресурсы золота в пределах Бураковского рудного узла по категории P_2 составляют 160т.

Формация золотоносных древних раннепротерозойских конгломератов связана с протоорогенным этапом развития региона, когда формировались мульдообразные наложенные структуры. Областью сноса для них являлись лопийские зеленокаменные пояса, при размыве которых высвобожденное золото могло образовывать в дельтовых и бассейновых фациях россыпные месторождения.

В мире известен целый ряд месторождений протерозойских золотоносных конгломератов, в том числе крупных и уникальных.

В 1989 г. Карельская экспедиция завершила ГДП-50 с общими поисками в восточной части Янгозерской структуры (Центрально-Карельская минерагеническая зона, одноименный рудный узел) и получила новый фактический материал, который позволил дать оценку прогнозных ресурсов золота в ятулийских конгломератах, имеющим широкое развитие. До глубины 300 м они составляют 25% разреза. В составе ятулийского надгоризонта выделяются три уровня конгломератов мощностью от 70 до 150 м. Все они относятся к прибрежно-морским и дельтовым фациям, образуя линзовидные прослои мощностью от 0,5 до 7,5 м. По составу кварцевые конгломераты относятся к мартит-гематитовому типу. Уровень содержания золота колеблется в широких пределах, достигая 10 г/т. Наиболее высокие содержания, в основном, приурочены к участкам с наложенным метасоматозом. Выделено перспективное проявление Маймярви площадью 8 км^2, которое представляет собой палеодельту. Здесь имеются два продуктивных уровня мощностью от 35 до 78 м со средним содержанием золота до 2 г/т. По отдельным струям в этих уровнях содержание достигает 6 г/т. Каждая струя имеет протяженность от 100 до 300 м, ширину до 3 м и мощность до 1 м. Прогнозные ресурсы по проявлению Маймярви по категории P_2=19 усл. ед. до глубины 300 м, а на флангах и до глубины 800 м по категории P_3=51 усл. ед. Кроме того, здесь же выделен еще один аналогичный участок Лоаккалампи, прогнозные ресурсы которого оценены по категории P_3=20 усл. ед.

При этом необходимо указать, что многие геологи считают данное оруденение наложенным гидротермального генезиса, связанного с зонами метасоматитов.

В пределах Восточно-Карельской минерагенической зоны в Лехтинском рудном узле известны проявления Риговарака, Железные Ворота и др., локализирующиеся также в конгломератовых толщах сариолия.

На проявлении Риговарака оруденение тяготеет к катаклазитам по кварцевым конгломератам, где содержание золота достигает 17.8 г/т. Прогнозные ресурсы (P_3) оцениваются в целом по площади 33 км^2 в 15.7 т.

На проявлении Железные Ворота оруденение локализуется в полимиктовых и кварцевых конгломератах в основании саорилийского надгоризонта. Рудная зона прослежена по простиранию на несколько километров при ширине 1-1.5 км. Содержания золота 1-6 г/т. Прогнозные ресурсы (P_3) на площади 60 км^2 составляют 15 т золота.

Формация аллювиальных неоген-четвертичных россыпей в регионе практически не известна, хотя отдельные сведения об их наличии имеются. Геоморфологическая обстановка для образования россыпей в современном рельефе крайне неблагоприятная. Поэтому перспективы нужно связывать с погребенными россыпями в руслах доледникового рельефа. Наиболее перспективным объектом является палеодолина р.Водлы. По данным дешифрирования, ВЭЗ и одиночных скважин, длина палеодолины около 100 км, ширина 10 км, глубина до клотика 70 м. Наличие аллювия доказано. Обычно с такими долинами связаны крупные выдержанные россыпи. По аналогии с ними оценены прогнозные ресурсы палеодолины р.Водлы по категории P_3=12 усл. ед.

Из краткого обзора золотоносности Карело-Кольского региона видно, что основные перспективы в настоящее время нужно связывать с лопийскими зеленокаменными прогибами,которые имеют крупные размеры, значительные мощности и разнообразие разрезов с наличием в них горизонтов коматиитов и хемогенно-осадочных пород в сочетании с «вулканогенными порфирами», широкое развитие малых интрузий кислого состава и метасоматитов березит-лиственит-пропилитового типа. Все это позволяет высоко оценивать перспективную золотоносность золото-сульфидно-кварцевой формации. В Карело-Кольском регионе уже сейчас можно выделить конкретные объекты данного формационного типа, которые наряду с геологическим доизучением могут рентабельно отрабатываться.

Как уже отмечалось, в настоящее время ведутся поисковые работы на золото в пределах Янисъярвинского рудного поля, поисково-оценочные в Эльмусском рудном поле и прогнозно-поисковые работы в пределах Костомукшского рудного поля, которые могут оказаться высоко рентабельными, если будут использоваться достаточные объемы буровых и опробовательских работ.

Формации протерозойских золотоносных конгломератов и аллювиальных неоген-четвертичных россыпей еще требуют серьезных научно-исследовательских и региональных обобщений и в настоящее время об их практической значимости говорить трудно.

Прогнозные ресурсы золота

Таблица

Название металлогенической зоны, рудного узла, рудного поля, рудопроявления	Прогнозные ресуры, т			среднее содержание, г/т	Глубина прогноза, м	Формационный тип
	P_1	P_2	P_3			
1	2	3	4	5	6	7
Западно-Карельская м. з.:			7.2	5		золото-сульфидно-кварцевый
Соанварский р. у.		1.5		5		
Соанварское П						
Центрально-Карельская м. з.:		40		5		—"—
Машозерское р. п. с проявлением Шугозеро		30		5		—"—
Эльмусское р.п. с проявлением Орехозеро						
Шотозерский р. у.			50	5		—"—
Хаутоваарское р. п.		15		5		—"—
Центральное П		20		5		—"—
Хюрсюльское П		10		4		—"—
Няльмозерское р. п.			51	5		кварцевые конгломераты
Янгозерский р. у.		19		5		—"—
Маймъярви П			20	5		—"—
Лоаккалампи		12.5		10		—"—
Новые Пески П						
Восточно-Карельская м. з.:						
Лехтинский р. у.						золото-сульфидно-кварцевый
Колчеварско-Железноворотинское		10.1		5		
р. п.:	C_2-5			4.43		—"—
Лобаш – 1	P_1-3			5		

		23		5		
Шуезерское р. п.:			15.7	5		кварцевые конгломераты
Риговарака П			15	5		—"—
Железные Ворота П						
Сумозерско-						
Кенозерская м. з.:			78	5		золото-сульфидно-
Выгозерский р. у.:		22		5		кварцевый
Заномаевское р. п.	2.5			5		—"—
Заномаевское П			40	6		в коматиитах
Маткалахтинский р. у.						
Онежская м. з.:						
Медвежьегорское р. п.						золото-медно-рудная
Эльмусское р. п.						золото-сульфидный в
Эльмусское П						кислых вулканитах
						дацит-риолитовой
						формации
Салминская м. з.:						
Янисъярвинское р. п.						
Алатту П		4.7	10	5		золото-сульфидно-
Янисйоки		2.3	8	5		кварцевый

Республика Коми.

Прогнозные ресурсы золота сосредоточены в Полярно-Уральской, Западно-Уральской и Тиманской минерагенических зонах.

В Полярно-Уральской минерагенической зоне выделены Собский, Лемвинский и Косьюнский рудные узлы и Кожимский рудный район; в Западно-Уральской минерагенической зоне – Верхне-Печорский и в Тиманской – Средне-Тиманский рудные узлы.

По своим геолого-промышленным типам золотоносность Республики Коми представлена древними россыпями, кайнозойскими аллювиально-делювиальными россыпями, элювиальносклоновыми россыпями корами химического выветривания и проявлениями коренного золота.

Золото (россыпное)

Енганэпейско-Манитанырдский рудный узел. Административно входит в территорию Воркутинского района и располагается в пределах горных массивов Енганэ-Пэ, Манита-Нырд и их обрамлений.

Наиболее перспективной и подготовленной к опытной отработке на условиях предпринимательского риска является россыпь Есто-Шор, на которой в 1992-94 г.г. выполнены ревизионные работы с крупнообъемным опробованием. Подсчитаны запасы по категории C_1 – 11 кг (в первой надпойменной террасе), при среднем содержании золота 330 мг/м^3 (мощность торфов 2.5 м, песков – 1,1 м) и категории C_2 – 7 кг (во второй надпойменной террасе) при том же среднем содержании. Прогнозные ресурсы категории P_1 в пойменно-русловой россыпи (торфа 1.2 м, песков – 0.4 м) при среднем содержании 500 мг/м^3 оцениваются в 90 кг.

По данным ситового анализа намытого металла (181г) золото в основном следующих фракций: (+0.25-0,5) – 15.9 %, (+0.5 –1.0) – 34.82 %, (+1.0-2.0) – 14.03 %, (+2.0 –4.0) – 20.42 %. Золотины имеют разнообразную форму и окатанность. Особенностью россыпи являются находки минералов группы платины (размер зерен 0.1-2.0 мм), серебра и аргентита (0.3-3.0мм). Содержания их крайне низкие и промышленного интереса не представляют.

Кроме этой мелкой россыпи поисковыми работами с применением УКБ Интинской ГРЭ в 1986-87 г.г. оценены прогнозные ресурсы по следующим небольшим проявлениям (таблица).

Таблица

№№ п/п	Наименование россыпепроявления	Мощность, м		Среднее сод-ние, мг/м^3	Прогнозные ресурсы, кг		
		торфов	песков		P_1	P_2	P_3
1	Верхнеияюское	8.6	0.9	609	53		1.2
2	Нижнеияюское	11.4	1.6	312	434	98	
3	Шервожское	17.4	0.6	108	108		
4	Изъявожское	3.6	0.5		17		
5	Юго-восточный борт Нияюской депрессии			300			1162

После 1987 года никаких работ на проявлениях не проводилось, тем не менее, Нияюская эрозионно-структурная депрессия остается наиболее перспективной, хотя в ближайшие годы специализированные работы на золото здесь не планируются.

Лемвинский рудный узел располагается в бассейне реки Лемвы и её притоков. Почти вся территория изучена обще поисковыми работами в составе ГДП-50 и ГГС-50, а также специализированными на золото поисками. В 1987-89 г.г. в пределах узла проведены в небольших объемах поисково-оценочные работы на перспективных участках, где пройдены линии ударно-канатного бурения.

Прогнозные ресурсы определены по аналогии с россыпями Кожимского района и представлены следующими цифрами: долина р. Грубею – P_2 – 0.3 т; палеодолина р. Воравож – P_2 – 2.47 т; на участок долины р. Лемвы (от устья р. Парнокою до устья р. Мал. Надоты) – P_2 – 0.84т и на водоразделе р.р. Лемва и Кожим в погребенных палеодолинах общей протяженностью 105 км P_3 – 10 т при средних содержаниях золота 100-200 мг/м^3.

Следует отметить, что в пойменно-русловых отложениях р. Грубею-Ю в единичных пробах уровень золотоносности достигает 600-1000 мг/м^3.

В 2002 году завершено ГДП-200 Пачвожско-Лемвинской площади, включающей большую часть территории района. Вместе с появлением новых данных по коренной золотоносности района появились новые материалы о наличии здесь элювиально-склоновых россыпей.

При оценочных работах на коренное золото в этом районе следует иметь в виду и изучение этих россыпей.

Кожимский рудный район. В геоморфологическом плане расположен на стыке денудационной равнины Предуралья с приподнятыми массивами Приполярного Урала и ограничен водозаборным бассейном р. Кожим, притока р. Косью.

Вдоль северо-западной границы проходит железная дорога Москва – Воркута, до ближайшей железнодорожной станции Инта – 60км. Площадь рудного района 3500 кв.км.

Перспективы расширения ресурсной базы россыпного золота в районе связываются с ложковыми аллювиальными россыпями ближнего сноса, элювиально-делювиальными россыпями по коренным источникам и россыпями кор химического выветривания.

Основные прогнозные ресурсы сосредоточены в Россомахинском и Малдинском рудных полях.

Прогнозные ресурсы заключены в деллювиально-склоновых и техногенных россыпях. Прогнозируемые ресурсы отдельных объектов невелики: первые десятки кг., реже первые сотни кг. Эти объекты сравнительно просты в эксплуатации.

Как и в других промышленных районах, в техногенных россыпях Кожимского района заключены запасы золота около 30 % от запасов в отрабатываемых россыпях, но качество этих запасов ниже, чем в первоначальных россыпях.

В **Россомахинском рудном поле** прогнозные ресурсы в элювиально-деллювиально-склоновых россыпях, развивающихся по коренным источникам оцениваются в 23 т (P_1+P_2).

Основные перспективы связываются с Южноросомахинским рудным узлом, где прогнозируются значительные ресурсы коренного золота золото-кварц-сульфидного типа, разведана и частично отработана россыпь участка Сюрась-рузь-вож.

Значительные прогнозные ресурсы в пределах Россомахинской рудоносной зоны связываются с золотоносными корами химического выветривания. Они оценены только на **Каталамбинском проявлении** кор химического выветривания, представленных каолинит-гидрослюдистыми глинами с кварцем и гетитом по образованиям рифея.

Источником золота являются сульфиды, кварцевые жилы и прожилки, зоны окварцевания. Золото преобладает мелкое, тонкое (60-70% класса – 0.5+0.1 мм), присутствует тонкодисперсное золото, в отдельных случаях встречается >1 мм. Преобладает свободное золото 920-990 пробы, редко 750-850. Для коры выветривания характерны гипогенные сростки золота с кварцем, пиритом, магнетитом и гипергенные – с гидроокислами железа и тонкозернистым кварцем, наросты гипергенного золота на

остаточном. Среди микро примесей в золоте наиболее характерны серебро, медь, палладий, платина, ртуть.

Поисковыми работами вскрыто 8 зон золотоносности, залегающих, в основном, согласно с вмещающими породами. Истинная мощность зон колеблется от 1.1 до 4.4 м, составляя в среднем 2.3 м. По падению зоны прослежены до глубины 78 м . Длина зон по простиранию колеблется от 210 до 475 м, в среднем – 250м. Содержание золота по данным пробирного анализа бороздовых и керновых проб 0.2-8.3 г/т.

На Каталамбинском проявлении произведен подсчет запасов золота по категории C_2 при двух вариантах бортового содержания (Риндзюнская, 2001): 0.2 и 0.5 г/т без ограничения мощности рудных интервалов. Запасы C_2 при борте 0.2 г/т составили 3.25 млн. т. руды и 2.225 т золота, при борте 0.5 г/т-1.394 млн. т. руды и 1.705 т золота. Запасы отнесены к забалансовым. Прогнозные ресурсы категории P_2 флангов проявления равны 5.4 т. и P_3 – 15.6 т золота.

Сравнение результатов технологических исследований руд по гравитационной схеме и схеме кучного выщелачивания показало, что вторая, с учетом преобладания в рудах мелкого, тонкого и тонкодисперсного свободного золота, более предпочтительна.

Ресурсы золота кор химического выветривания за пределами Каталамбинского участка оцениваются по категории Р3 в количестве 45 т.

Малдинское рудное поле. В процессе поисковых работ на коренное золото на Алькесвожском участке попутно были выявлены и оценены три элювиально-делювиальных россыпепроявления : Нестеровское, Славное и Людное.

Россыпи имеют плащеобразную форму и площадь от 10 тыс. $м^2$ до 68тыс. $м^2$ (Славное). Все проявления оценены по копушам и шурфам. Торфа практически отсутствуют. Проведено оперативное опробование и промывка, валовое опробование.

Пласты имеют мощность 0.4-2.0 м, в среднем 1.3 м и представлены серыми суглинками с дресвой (10-19 %), щебнем (15-20%), глыбами песчаников и риолитов. Коэффициент разрыхления – 1.5. Золото желтое высокопробное. Содержание шлихового золота на проявлении Нестеровском до 327 $мг/м^3$ (среднее 160 $мг/м^3$), Славном – 3800 $мг/м^3$ и Людном – 13500 $мг/м^3$. Золото, извлекаемое гравитационным способом, представлено всеми классами от 0.05 до 2.5 мм, в отдельных случаях до 10 мм.

Форма золотин – чешуйки, пластинки, микрокристаллы, комки; отдельные золотины слабо окатаны.

По всем трем проявлениям подсчитаны запасы категории C_1 суммарно в количестве 40 кг. Эти запасы могут быть значительно увеличены в результате проводимых в

настоящее время поисково-оценочных работ на Нестеровском проявлении за счет продолжения россыпи к северо-западу и на глубину. Кроме того, россыпи могут попутно отрабатываться в процессе добычи коренного золота.

Прогнозные ресурсы по элювиально-делювиальным россыпям оцениваются в 5 т золота (P_2–1 т, P_3 – 4 т).

В настоящее время в Кожимском рудном районе ведутся поисково-оценочные работы на корах химического выветривания Каталамбинского проявления и попутные поиски и оценка элювиально-делювиальных россыпей при поисково-оценочных работах на коренное золото на Алькесвожском участке.

Верхне –Печорский рудный узел располагается в пределах Западно- Уральской металлогенической зоны и полностью входит в территорию национального парка. Ранее в 30-50 годах на участке Верхние Ключики неоднократно проводилась старательская добыча и отрабатывалась мелкая (десятки кг), но относительно богатая (первые г/т) террасовая россыпь.

По Верхне-Печорскому району предлагается учитывать прогнозные ресурсы россыпного золота в объеме 62 т. (кат. P_2 – 2 т., кат. P_3 – 60 т.). В том числе: в аллювиальных россыпях – 17 т. (кат. P_2 – 2 т., кат. P_3 – 15 т.), в прибрежно-морских россыпях – 45 т (кат. P_3).

Средне-Тиманский рудный район. Перспективы золотоносности Среднего Тимана связаны с полиминеральными (золото, алмазы, редкие и редкоземельные металлы) древними россыпями. «Россыпная» технология переработки этих россыпей позволяет отнести их к россыпным, а не к коренным объектам.

Типовым и наиболее изученным объектом является палеороссыпь Ичет-Ю, открытая в 1983г. попутно при поисках алмазов в бассейне реки Печорская Пижма.

Палеороссыпь находится на территории Усть-Цилемского района, в 75 км к юго-западу от районного центра. В 30 км к юго-западу разведана Ворыквинская группа бокситовых месторождений, где в настоящее время ведется работа по их освоению.

Россыпь расположена в пределах палеодепрессии, сложенной средне-верхнедевонскими терригенными отложениями. Площадь россыпи 14 х 6 км^2. Металлоносный пласт россыпи имеет плащеобразную форму, мощность от 0.4 до 2.0 м, в среднем 0.8-1.0 м, приурочен к основанию пижемской свиты среднего девона и сложен гравелитами, с-к/з песчаниками, реже конгломератами. Золотоносные отложения подстилаются титаноносными песчаниками и алевролитами малоручейской свиты среднего девона, на некоторых участках золотоносный пласт

залегает на рифейском фундаменте. Перекрывающими являются терригенно-карбонатно- вулканогенные образования верхнего девона и четвертичные осадки.

Распределение промышленно-значимых скоплений золота носит струйчатый характер. Длина струй до 1.8 км при ширине до 250-500 м. Струи характеризуются крайне сложной морфологией, неравномерным распределением полезных компонентов: чередованием богатых металлом «гнезд» и «карманов» с множеством некондиционных участков. Степень литификации «песков» невысокая. В обводненном состоянии на участках выхода пласта под четвертичные отложения «пески» пригодны для бульдозерной отработки и обогащения без предварительного дробления. Пески легкопромывисты. Золото весьма мелкое, средняя пробность – 965.

Содержание золота по валовым пробам на мощность песков 1м колеблется от 0.11 г/м^3 до 6.86 г/м^3. Максимальное содержание в бороздовых пробах достигают 151 г/м^3.

В 1992г. была начата опытно-промышленная отработка участка Ичет-Ю, в процессе которой было добыто 2.13 кг металла при среднем содержании в песках 2.06 г/м^3.

Позднее был подготовлен к промышленной эксплуатации участок Западный Ичет-Ю со следующими параметрами:

- суммарная площадь подсчетных блоков – 131 тыс. м^2;
- средняя мощность торфов – 15.0м;
- средняя мощность песков - 1.0 м;
- объем торфов – 1970 тыс.м^3;
- объем песков – 131 тыс. м^3;
- среднее содержание золота – 1.5 г/м^3;
- запасы категории C_2 – 196 кг.

Содержание свободного, извлекаемого гравитационными методами золота составляет 95.6%. Основную массу составляет весьма мелкое золото. Средняя пробность 963-971. В качестве попутных компонентов пески содержат алмазы до 0,048 кар./м^3, колумбит -54 г/м^3, ильменорутил - 204 г/м^3, монацит – 47 г/м^3, куларит –182 г/м^3, циркон – 375 г/м^3. Прогнозные ресурсы золота по палеороссыпи Ичет-Ю составляют: P_1 –250 кг, P_2 – 3.5т, P_3 – 10 т при средних содержаниях 1 г/м^3.

Аналогичными являются палеороссыпи Ыджид-Ю, Джын-Ю и Югыд-Ю, прогнозные ресурсы которых в целом составляют по категории P_3 – 17.50т при средних содержаниях золота 1 г/м^3. Изученность палеороссыпей слабая, в основном при геологическом доизучении масштаба 1:50 000.

Кыввожская россыпь расположена в пределах восточного склона Вольско – Вымской гряды и была открыта в 1992 году ПК ТОО «Терра –2» на реке Средний Кыввож в террасовых и пойменных отложениях. Россыпь локализуется в пределах поля развития «зеленых» сланцев рифея и приурочена к первой и второй надпойменным террасам, сложенным, предположительно, позднеплейстоценовыми отложениями. Продуктивной является толща гравийно-галечно-щебнистого материала с примесью (10-20%) песчано-глинистой составляющей. Мощность песков 0.2-1.0 м. Торфа (0.3-1.9 м) представлены суглинками и супесями с редкими включениями гальки и гравия.

Золото в россыпи в основном крупное и группируется в классах +0.5-7 мм (85 %). Вес самого крупного самородка – 14.25 грамма. Средняя пробность 895. В качестве примесей отмечается серебро (до 10 %) и ртуть (до 0.2%). Золото характеризуется слабой окатанностью, ямочно-бугорчатой поверхностью, рваными краями.

Подсчет запасов золота был выполнен на участке протяженностью 700 м при ширине подсчетных блоков 10-80 м.

В 1997г. россыпь «Средний Кыввож» ПК ТОО «Терра» была полностью отработана, добыто 7,2 кг золота.

Идентичные пойменно-террасовые комплексы с весовыми содержаниями золота установлены на реках Кыввож, Левый Кыввож, Вымь, Белая Кедва и др. Всего в пределах Кыввожского россыпного поля прогнозные ресурсы золота составляют : категории P_2 –2 т (Средний Кыввож, Кыввож, Левый Кыввож) и P_3 – 10 т на остальных площадях россыпного поля при средних содержаниях золота 700 мг/м^3.

Таким образом, в Средне-Тиманском рудном районе первоочередными работами на россыпное золото являются продолжение опытных разведочно-эксплуатационных работ на участке Ичет-Ю и оценка перспектив кайнозойских россыпей на Кыввожской площади.

Таблица 2.1.4.1.

Сводная таблица прогнозных ресурсов россыпного золота по состоянию на 01.01.2003 г.

№№ п/п	Минерагеническая зона, рудный район, объект прогноза	S км^2	Глубина, м	Ожидаемые параметры россыпей		Запасы и прогнозн. ресурсы руды, млн.м^3 / золота, т.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР
				Мощн. торфов, м / Мощн. песков, м	Ср.сод-ие на массу на пласт, г/м^3	P_3	P_2	P_1	C_2		
1	Полярно-Уральская минерагенич. зона : Собский рудный узел	1000	10	6,0 / 1.0	0.8	4.4 / 3.5				ГДП- 50	поиски
2	Россыпь Есто-Шор	0.1	5	1.2-2.2 / 0.4-1.1	0.33-0.5			0.18 / 0.09	0.06 / 0.02	ПОР	доразвед-ка и опы-тная отра-ботка
3	Лемвинский рудн. узел	2700	10	2.0 / 1.0	0.5		7.0 / 3.5			ГДП-50	поиски
4	Кожимский рудн.район	3500	10	1.0 / 1.5	1.0	27 / 27				-//-	-//-
5	Россомахинское р.поле: Каталамбинское пр-ие (россыпь КХВ)	1,2	100	4.7	4.7-6.8	45	1.6 / 4.5	0.37 / 1.5		поиски	ведутся ПОР
6	Малдинское рудн. поле:	5	10	1.0	0.4-0.5		2.0	0.1	0.1	-//-	Ведутся

	Алькесвожский уч-ок			1.3		4.0_	1.0	0.04			попутные поиски
7	Косьюнский рудн. узел	1200	40	25 10	0.2		21 4.2			ГС-50	Поиски не план.
8	Западно-Уральская минерагенич. зона: Верхне-Печорский рудный узел	2000	10	5.0 2.0	0.65	60	2.0			--//--	--//--
9	Тиманская минераге-ническая зона : Средне-Тиманский рудный район Россыпное поле Ичет-Ю палеороссыпь Ичет-Ю	5.9 0.18	60 40	15-20 0.6-1.0 15 1.0	1.0 1.5	10 10	3.5 3.5	0.25 0.25 0.2	0.13 0.2	ПОР	доразвед-ка и опытная отработка
10	Кыввожское россыпное поле	600	10	2.0 1.0	0.7	14 10	2.9 2.0			ГС-50	Поиски
11	Палеороссыпи Ыджид-Ю, Джын-Ю, Югыд-Ю	600	200	20 0.8	1.0	17.5 17.5				-//-	-//-

Золото (коренное)

Значительные перспективы прироста запасов, которые в будущем могут явиться основой промышленной добычи, связаны с коренными проявлениями золота.

Наиболее перспективной является Полярно-Уральская минерагеническая зона, включающая Кожимский рудный район и Енганэпейско-Манитанырдский, Лемвинский и Верхнепечорский рудные узлы.

Количественная прогнозная оценка золотого оруденения проведена по золото-сульфидно-кварцевому и золото-сульфидному типам с различным минеральным составом руд: пиритовый, пирит-арсенопиритовый, пирит-халькопиритовый, пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовый.

Кожимский рудный район охватывает северную часть западного склона Приполярного Урала в бассейне р. Кожим. В геологическом плане он является северо-западной частью Ляпинского антиклинория, сложенного вулканогенно-осадочными образованиями рифея и венда, прорванными гранитными интрузиями; и терригенными породами кембрия-нижнего ордовика. В пределах рудного района выделяются Малдинское и Россомахинское рудные поля.

Малдинское рудное поле охватывает хребет Малды-Нырд, в обрамлении которого известны промышленные аллювиальные россыпи рек Балбанью, Лимбекою, Кожим и руч. Алькесвож.

В пределах рудного поля прогнозные ресурсы коренного золота оценены в пределах Алькесвожского участка на проявлениях Чудное, Нестеровское, Самшитовое.

Проявление Чудное локализовано в риолитах Малдинской субинтрузии позднерифейского-вендского возрастов в приконтактовой (до 300 м) зоне с метабазальтами. Золотоносными являются согласные и секущие штокверкоподобные зоны прожилков полевошпат-кварц-фукситового состава в зонах рассланцевания и брекчирования риолитов. Мощность прожилков от первых мм до 3-5 см, насыщенность риолитов прожилками неравномерная от 5-15 % до 20-30 %. Протяженность рудных зон до 240 м, ширина до 75 м. Золото локализуется в фуксите и представлено пылевидными чешуйками, пластинками, кристаллами, комковатыми образованиями. Размер золотинок в основном мелкий от сотых долей мм, встречаются пластинки до 8 мм. Основные примеси (%): серебро (12-13), медь (2.4), палладий (0.6) и ртуть (0.5). В сростках с золотом присутствуют палладий металлический и палладиевые минералы: мертеит и атенеит. Содержание золота достигает 11.35 г/т (на видимую горизонтальную мощность 1.2 м), а средневзвешенное 7.9 г/т (на видимую

горизонтальную мощность 3 м) или 3.31 г/т (на мощность 9 м). Ресурсы P_1 определены в блоке 400 х 400 м и составляют 2-3 т золота.

Технологические исследования пробы весом 60 кг (ЦНИГРИ) показали, что доля свободного золота в руде, измельченной до 0.074 мм, составляет 86.3 %. В полураскрытой форме в виде сростков с породой находится 13 % золота. Обогащение руды гравитационным способом по стадиальной схеме позволяет извлекать ~ 90 % золота, в т.ч. 71 % в богатую «золотую головку», содержащую 23.4 кг/т золота, и 18.5 % в гравитационный концентрат с содержанием золота 335 г/т.

В настоящее время готовятся геологические материалы с подсчетом запасов и ресурсов в нескольких вариантах для геолого-экономической оценки месторождения. В оптимистическом варианте подсчета при бортовом содержании золота 1 г.т по известным на месторождении рудным зонам запасы кат. C_2 составляют 15.8 т., а прогнозные ресурсы кат. P_1 – 13.2 т. Ожидается, что ТЭС будут составлены в первом квартале 2003 г.

За пределами Алькесвожского участка ресурсы этого типа оцениваются в 30 т. по P_3

На проявлении Нестеровском золотоносными являются кварцевые гравелиты и песчаники с фукситом в цементе и тончайшими слойками фукситовых сланцев (алькесвожеская свита кембрия). Рудные тела лентовидной формы (линзовидной в разрезе), их протяженность в пределах проявления 1.17 км, за его пределами не менее 5 км.

По данным поисковых работ (Озеров,1997) выделено три золоторудных пласта. Основные перспективы связаны с «Верхним» пластом, изученным по трем сечениям (2 обнажения и канава). Мощность пласта 0.43-5.63 м (средняя 3.4 м), ширина – 730м. Содержание золота по данным пробирного анализа достигает 468.5 г/т на мощность 4 м. Средневзвешанное содержание колеблется от 114.4 г/т на мощность 0.43 м до 6.5 г/т на мощность 4.31 м, а в целом по всем сечениям составляет 11.39 г/т на среднюю мощность 3.4 м. Видимое золото встречается как в цементе гравелитов и песчаников, образуя иногда сгустковые пятна размером до 2-3 см, так и в фукситовых прослойках с содержанием до 5-15 %. Золотины представляют собой, в основном, чешуйки и тонкие пластинки размером от <0,1 до 4-6 мм. Золото высокопробное (950-990), содержит медь (~1 %), серебро. В единичных золотинах обнаружен палладий (до 0,04 %).

По проявлению приняты прогнозные ресурсы категории P_2 в количестве 40 т. Предполагается продолжение золотоносной палеодепрессии, как в границах Алькесвожского участка шириной 0.7 км и протяженностью 1.14 км, так и за его

пределами в юго-западном направлении на 4 км. Прогнозные ресурсы золота по категорииP_3 оцениваются в 140 т.

По аналогии с проявлением Нестеровским, оценено проявление **Самшитовое**, в базальных конгломератах которого содержание золота достигает 2 г/т. Прогнозные ресурсы P_3 – 15 т при предполагаемых средних содержаниях золота 4 г/т.

В настоящее время продолжаются поисково-оценочные работы по подготовке запасов золота в зонах фуксит-золото-палладиевой минерализации в Малдинском рудном поле, в пределах Алькесвожского участка, который имеет значительные перспективы скорого промышленного освоения. В районе существует развитая горнодобычная инфраструктура, связанная с разработкой золотоносных россыпей и добычей жильного кварца.

Россомахинское рудное поле. Пространственно охватывает хребет Россомаха, в пределах и обрамлении которого известны промышленные аллювиальные россыпи Балбанью, Каталамбинское и др.

На площади рудного поля известны проявления золото-сульфидно-кварцевого и золото-сульфидного типов. Золото-сульфидно-кварцевый тип представлен проявлениями Синильга и Пологое, расположенными в пределах линейной зоны протяженностью 2.5 км.

Первое приурочено к экзоконтакту народнинской гранитной интрузии с рифейскими вулканогенно–осадочными образованиями, второе локализуется непосредственно в гранитах. Наиболее изучено проявление **Синильга**. Рудные тела представлены малосульфидными кварцевыми жилами мощностью от см до 1 м и более. Сульфиды представлены галенитом и пиритом, меньше арсенопиритом, пирротином и халькопиритом. Видимое золото ассоциирует с гипергенными минералами, в основном, лимонитом. Размер золотин от 0.1 до 5.6 мм. Содержание золота по данным атомно-абсорционного анализа в рудном кварце достигает 50 г/т, в эллювиальных обломках – 825.6 г/т. Содержание серебра – 78 г/т при колебании отношения золота к серебру от 1.2 до 15.

Прогнозные ресурсы золота категории P_2 оцениваются в 1.8 т при среднем содержании 34.8 г/т до глубины 20 м.

Проявление Синильга, как самостоятельный объект, получило отрицательную оценку, однако, зона в целом может представлять единую рудоносную структуру, прогнозные ресурсы (P_3) которой оцениваются в 58 т золота.

Золото-сульфидный тип представлен стратифицированными золото-полиметаллическими (Караванное-2, Лебединое) и медно-золотым (Караванное-1) проявлениями.

Прогнозные ресурсы этого типа оцениваются в пределах Россомахинской рудоносной зоны в 60 т по категории P_3.

В настоящее время завершаются поисково-оценочные работы в пределах северной части Россомахинской рудной зоны.

Енганэпейско-Манитанырдский рудный узел. В пределах рудного узла выделяются два рудных поля: Нияхойское и Верхнениюское с одноименным проявлением.

В 1965 году по результатам поисково-оценочных работ были оценены запасы Верхнениюского проявления, относящегося к золотосульфидному формационному типу. Руды локализованы в дислоцированных рифейских толщах и представлены пирит-арсенопиритовым минеральным типом. Запасы золота подсчитаны по трем параллельным рудным телам до глубины 150-250 м при протяженности по простиранию 600 м и мощности крутопадающих жильных тел 0.7 м . Количество запасов категории C_2 – 3.4 т при среднем содержании 4.8 г/т. Руды существенно пирит-арсенопиритовые и относятся к категориям «упорных», с трудно извлекаемым золотом (содержание мышьяка 1.5%). Предварительные опыты по флотации руды показали извлечение в концентрат золота – 62.3-70.9 %. Запасы серебра составили 10.9 т. при среднем содержании – 15.20 г/т, мышьяка – 11.8 т.т. Прогнозные ресурсы (P_1) оценены в 5 т. В пределах Верхнениюского рудного поля предполагается наличие ещё одного проявления с ресурсами P_2 – 10 т. За период, прошедший с этой оценки, изменений в запасах и ресурсах не произошли и перспективы добычных работ на этих объектах невелики.

В настоящее время в районе с учетом проводящегося ГДП-200 (Воркутинская плоащдь) кроме известного типа оруденения пронозируются объекты целого ряда других типов: жильного золото-кварц-сульфидного, золото-сульфидных минерализованных зон, минерализованных (прожилковых) палладий-золото-фукситовых зон, золотоносных конгломератов, золотоносных кор выветривания.

В районе имеются признаки золото-кварц-сульфидно и даже золото-кварцевого типов. В первую очередь это типоморфные особенности золота россыпи Есто-Шор, которая характеризуется относительно крупным золотом и слабой окатанностью. Прогнозные ресурсы этого типа оцениваются в 20 т. по категории P_3

Имеются предпосылки для выделения в районе следующих типов золоторудной минерализации: 1. Тип золото-сульфидных минерализованных зон. Прогнозные ресурсы этого типа 20 т. по категории P_3; 2. Тип минерализованных (прожилковых) палладий-золото-фукситовых зон (чуднинский тип). Прогнозные ресурсы этого типа оцениваются в 20 т по категории P_3. 3. Тип золотоносных конгломератов. Прогнозные ресурсы этого типа оцениваются в 20 т. по категории P_3.

Лемвинский рудный узел. Оруденение представлено минерализованными зонами прожилково-вкрапленного типа, локализованными вдоль тектонических нарушений по контактам субинтрузивных тел кварцевых порфиров и вмещающих их сланцев. Широко развиты метасоматиты березит-лиственитового типа, с которыми связаны основные рудные тела. Минерализация представлена золото-полиметаллическим минеральным типом.

В настоящее время ведутся поисковые работы на Лемвинском проявлении, в пределах которого выделены перспективные участки Водораздельный и Подснежный.

Участок **Водораздельный** представлен элювиально-делювиальными развалами глыб и щебня, сложенными габбро-диабазами, амфиболитами и ожелезненными метасоматитами кварц-корбонатного состава с густой тонкой пиритовой вкрапленностью. Полоса метасоматитов прослежена на расстоянии 550 м. Содержание золота –1.5 до 3.1 и 8.80 г/т, серебра до 3-6 г/т. Прогнозные ресурсы (P_1) подсчитаны в количестве 6.8 т, P_2 – 12 т золота (на участках Водораздельный и Подснежный). Кроме этого, учитываются прогнозные ресурсы (P_2) на проявлении Двуглавое в количестве – 10т и прогнозные ресурсы категории P_3 всего узла –15 т. золота. Перспективы коренной золотоносности Лемвинского рудного узла оцениваются достаточно высоко.

Прогнозные ресурсы золота типа золото-сульфидных минерализованных зон в целом по Лемвинскому рудному району оцениваются в объеме 90 т. (кат. P_2 – 60 т., кат. P_3 – 30 т.).

Верхнепечорский рудный район. Административно этот район входит в территорию Троицко-Печорского района, расположен на западном склоне Северного Урала и охватывает территорию от верховьев р.Печора на севере, до границы Республики Коми и Пермской области на юге. За период 1988 – 1998 год никаких новых материалов по коренной золотоносности не получено (работы не проводились). Поэтому прогнозная оценка района по состоянию на 1.01.1998 г. оставалась без изменения, т.е. 20 т кат. P_3, вероятно золото-сульфидно-кварцевого типа.

Результаты последних лет в Кожимском районе позволяют по новому взглянуть на перспективы коренной золотоносности этого, в целом, плохо изученного района.

В рамках работ по обоснованию постановки в районе ГМК-200 проведена переоценка прогнозных ресурсов полезных ископаемых района, в том числе и золота.

Всего по Верхнепечорскому району по состоянию на 1.01.2003 г. предлагаются к учету прогнозные ресурсы золота в объеме 95 т. , в том числе по типам оруденения:

1. Жильный золото-сульфидно-кварцевый тип – 20 т. кат P_3
2. Тип золото-сульфидных минерализованных зон и залежей – 40 т. кат. P_3
3. Золотоносные конгломераты – 20 т. кат P_3
4. Золотоносные коры выветривания – 15 т. кат. P_3

Таким образом, Республика Коми обладает подготовленной минерально-сырьевой базой россыпного золота и находящимся в стадии подготовки к промышленному освоению объектами коренного золота. Все балансовые запасы сосредоточены в россыпных объектах Кожимского рудного района, разработка которых осуществляется с 1979 г. В настоящее время практически полностью реализованы прогнозные ресурсы промышленно значимых россыпей долин высоких порядков. Террасовые россыпи разведаны полностью и прирост запасов золота в них не представляется возможным. Имеются значительные ресурсы золота на участках с преобладающей аккумуляцией (палеодолины Кожим-Лемвинского водораздела – Водораздельный, Б. Таворта, Безымянный), однако, с учетом отношения «торфов» к «пескам» эти ресурсы относятся к забалансовым. В этом же районе находятся в разной степени изученные и весьма перспективные проявления коренного золота.

В настоящее время проводятся поисково-оценочные работы по подготовке запасов золота в корах химического выветривания на месторождении Большая Каталамбию и в зонах фуксит-золото-палладиево-редкоземельной минерализации в Малдинском рудном поле (Алькесвожский участок). Ведутся опытно-методические работы по оценке эффективности отработки золотоносных кор выветривания на Каталамбинском участке способом подземного выщелачивания. Проводится ревизия запасов ряда россыпных месторождений и техногенных отвалов Кожимского района с учетом применения современных технологий отработки.

Таблица 2.1.4.2.

Сводная таблица прогнозных ресурсов коренного золота по состоянию на 01.01.2003 г.

№№ п/п	Минерагеническая зона, рудный район (узел), объект прогноза	S $км^2$	Геологопромышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза, м	Способ отработки, г/т	Ср. сод-ие, г/т.	Запасы и прогнозные ресурсы руды, млн.т / золота,т. P_3	P_2	P_1	C_2	Завершенная стадия работ	Рекомен-дуемая стадия ГРР
1	Полярно-Уральская минерагенич. зона: Енганпейско-Манитанырдскийрудный узел:	1600	Золото-сульфидный Pd –Au фукситовый Золотоносные конгломераты	Золотой	300	Подз.	5.0	20 / 20 / 20				ГДП- 50	Поиски
2	Нияхойское р.п.	2	Жильный золото-сульфидно-кварц.	Золото-мышьяковый	300	-//-	5.0-5.9		0.9 / 4.5	0.9 / 0.5		Поиск. работы ГДП-50	-//-
3	Верхнеияюское р.п.	4	-//-	-//-	300	-//=	5.0		2.0 / 10			-//-	-//-
4	Вернеияюское П	0.5	-//-	-//-	500	-//-	4.8-5.0			1.0 / 5.0	0.7 / 3.4	ПОР	ПОР
5	Лемвинский рудн.узел	1700	Золото-сульфидный	Золотой	200	-//-	3.0	30	60	6.8		ГДП-50	ведутся поиски
6	Кожимский рудн. р-н: Малдинское р.п.: Алькесвожский уч-ок	5	Штокверк. Pd-Au- фу-кситовый	Золотой	300	Откр. Подз.	4.8	140 / 3 / 0				-//-	Ведутся поисково-оцен.раб.
7	Нестеровское – 2 П	2,8 0,8	Золотоносные конгломераты	Золотой	300	Откр. подз.	11.4	3.1 / 35	40			ГДП-50 поиски	Ведутся поисково-оценочные раб.
8	Чудное П	0,2	Pd-Au-фукситовый	-//-	300	-//-	4.3			13.2	15.8	Поиски	ПОР
9	Самшитовое П	0,75	Золотоносный конгломерат	-//-	300	Подз.	11.4		1.3 / 15			ГДП-50	Поиски
10	Россомахинское рудное поле (проявления Караванное, Лебединое,Синильга)	120	Жильный Золото-сульфидно-кварцев. Золото- сульфидн.	Золотой Золото-полиметалличес кий	200 200	-//- -//-	10.0-34.8 2	5.8 / 58 60	0.05 / 1.8 4 / 8			ГДП-50 поиски	Ведутся попоисково-ценочные работы в южн.час-ти поля
11	Верхнепечорский рудный узел		Жильный Au – сульфидно-кварцевыый					20					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15
			Золото-сульфидный					$\frac{}{40}$					
			Золотоносные конгломераты					$\frac{}{20}$					
			Золотоносные коры выветривания					$\frac{}{15}$					

Архангельская область.

На территории области известны многочисленные проявления золота, выявленные попутно при производстве геологосъемочных работ. Специальные работы по поискам золота, за исключением тематических, не проводились. Последней сводкой по проблеме золотоносности являются работы В. Ф. Чертова (1994) и В. А. Медведева (1997).

На территории области установлены разновозрастные проявления золота различных генетических типов: коренное золото в зеленокаменных поясах лопия и россыпное – в аллювиальных образованиях четвертичного возраста и прибрежно-морских (дельтовых) отложениях верхнего венда.

Основная масса проявлений коренного золота принадлежит золото-кварцевой и золто-сульфидно-кварцевой формациям, связанным с зеленокаменными породами Токшинско-Кенозерского рудного узла Сумозерско-Кенозерской минерагенической зоны.

Проявления россыпного золота известны в пределах северо-восточного склона кряжа Ветреный пояс (Кожозерское и Нименгское рудные поля).

Токшинско-Кенозерский рудный узел. Данный рудный узел расположен в юго-восточной части Сумозерско-Кенозерской металлогенической зоны и включает три перспективных рудных поля: Кенозерское, Волошовское и Токшинское.

В геологическом строении площади принимают участие гнейсовые и гранито-гнейсовые образования саамия и выполняющий троговые структуры зеленокаменный комплекс лопия. В последнем широко развиты специализированные на золото породы коматиитовой и углеродисто-кремнистой формаций, а также базит-ультрабазитовый магматизм и процессы гранитизации. Наличие мощных и протяженных зон рассланцевания и гидротермально-метасоматической проработки создают реальные предпосылки выявления золоторудных месторождений. Участки метасоматитов сопровождаются широко проявленными процессами карбонатизации, окварцевания и убогой сульфидизации.

В пределах рудного узла выявлено 7 проявлений золота (при поисковых работах на никель) с содержаниями 1-4 г/т, 11 – с содержаниями 0.1-1 г/т и ряд точек минерализации.

Кенозерское рудное поле охватывает южную часть Волошовской троговой зоны, его протяженность 18 км при ширине 2-8 км, площадь около 70 км^2. В пределах рудного поля в зонах рассланцевания и метасоматоза березит-лиственитового типа протяженностью 3-9 км и шириной до 200-400 м установлено 4 проявления золота:

Кенозерское, Святозерское, Игнатьевское и Педозерское. Мощность минерализованных зон варьирует от первых метров до 30-40 метров, при средних содержаниях на зону 1-3 г/т золота. На Кенозерском проявлении в скважине в интервале мощностью 5 м по данным атомно-абсорбционного анализа содержание золота составило более 3 г/т; в интервале мощностью 13.4 м среднее содержание – 1 г/т. На Святозерском проявлении мощности кварцевых жил, несущих самородное золото, составляют 1-3 м. На большинстве проявлений в проточных пробах выявлены знаковые содержания самородного золота размером до 0.55 мм пробностью 943-978.

Основные перспективы рудного поля связываются с проявлениями Святозерское,Педозерское и Игнатозерское, расположенными на пересечении северо-западных и северо-восточных структур.

По мнению авторов данного отчета, приведенный выше фактический материал позволяет подсчитать по Кенозерскому рудному полю прогнозные ресурсы категории P_2 в количестве 38 т, принимая следующие параметры: протяженность рудной зоны 6 км, мощность – 5 м, среднее содержание золота 5 г/т, глубину подсчета 300 м и коэффициент рудоносности 0.3.

6000 x 5 x 300 x 5 x 2.8 x 0.3 = 38 т.

Волошовское рудное поле расположено в центральной части рудного узла. При протяженности 16 км и ширине 2-3 км площадь его составляет порядка 30 км^2. Здесь установлено пять проявлений: Южно-, Центрально- и Нижне-Волошовское, Вешкозерское, скв. 56^a и несколько точек повышенных концентраций золота. К наиболее перспективным относятся Нижне-Волошовское и Вешкозерское, приуроченное к метасоматитам по аподиабазам рассланцованной зоны экзоконтакта гипербазитового массива.

Нижне-Волошовское проявление расположено в центральной части рудного поля и приурочено к разрывному нарушению северо-восточного направления, тсрассирующемуся линейной аномалией электропроводимости протяженностью 3 км и градиентом аэромагнитного поля. Проявление прослежено до глубины 62 м и представлено серией сближенных пластинообразных тел альбит-серицит-карбонат-кварц-хлоритовых метасоматитов истинной мощностью от 1-2 до 10-27 метров, при общей мощности рудовмещающей зоны около 100 м. Процесс лиственитизации метабазальтов сопровождается жильным окварцеванием и карбонатизацией с сульфидной халькопирит-пиритовой минерализацией гнездово-вкрапленного и прожилкового типов. Количество сульфидов не превышает 1-2 %, иногда до 5-10 %. Собственно золоторудные тела образуют серию сближенных жил мощностью от 10-20

см до 4-6 м. По данным атомно-абсорбционного анализа керновых проб содержания золота варьируют от 1 до 4 г/т. В центральной части зоны содержание золота на скважинный интервал мощностью 2 м составляет 4.0 г/т и здесь же на интервал мощностью 9.5 м – 1.17 г/т.

Результаты технологических испытаний (ЦНИГРИ) трех штуфных проб с содержанием золота 0.44-0.58 г/т показали следующее:

1. Значительная часть золота представлена частицами крупнее 0.07-0.1 мм, способными концентрироваться при гравитационном обогащении.
2. Руды просты по составу, легко обогатимы: цианированием можно извлечь около 88 % золота, гравитацией переводится в концентрат до 70 % золота; гравитационное обогащение еще выше при многостадийной схеме переработки.
3. Пробы не содержат или содержат в незначительном количествах вредные примеси: ртуть, мышьяк, сурьму, органический углерод.

Нижне-Волошовское проявление рекомендуется как первоочередной объект для постановки оценочных работ.

Вешкозерское проявление расположено в поле развития зеленокаменных пород по кислым и средним вулканитам и приурочено к тектонической зоне северо-восточного простирания. Предполагаемая протяженность золоторудной зоны порядка 1.7 км. Аномальные концентрации золота установлены скважиной в интервале глубин 55.0-58.0 м и связаны с турмалин-карбонат-кварцевыми метасоматитами с небольшим количеством серицита и сульфидов. По данным спектрозолотометрического анализа сколковых геохимических проб содержание золота составляет 2.0 г/т.

Проявления золота установлены и при изучении медно-никелевых руд Волошовского месторождения. По результатам пробирного анализа нескольких десятков керновых проб медно-никелевых руд здесь установлен ряд сечений мощностью от 0.2-0.5 м до 4-14 м с содержанием золота 0.1-1.2 г/т, платины – 0.1-0.84 г/т, палладия – 0.1-1.92 г/т.

В проявлении скв. 56^a получены содержания золота 1.2 г/т на мощность 5.7 м.

Таким образом, по Волошовскому рудному полю также предлагается принять прогнозные ресурсы золота по категории P_2 в количестве 50 т при предполагаемой протяженности рудной зоны 8 км, мощности – 5 м, содержании золота – 5 г/т, коэффициенте рудоносности 0.3.

Токшинское рудное поле имеет запад-северо-западное простирание и приурочено к северной части рудного узла. Его протяженность 18 км, ширина – 1.2-3 км, площадь – около 40 км^2. Здесь известно четыре проявления золота: Северное, Кипозерское,

Выдрино и Надвиговое, с содержаниями 0.2-0.7 г/т на скважинную мощность от 2 до 5м. Аномальные концентрации золота связаны с зонами тектоно-гидротермальной переработки диабазов и коматиитов в зоне Центрального глубинного разлома надвигового типа. Данное рудное поле изучено весьма слабо.

Вышеприведенные данные по Токшинско-Кенозерскому рудному узлу, учитывая его слабую изученность, свидетельствуют о высоких перспективах выявления здесь промышленных месторождений золота. Масштабы предполагаемого оруденения оцениваются по аналогии с золотоносными зеленокаменными поясами Австралии, Канады, Южной Африки и другими. По данным Б. В. Петрова (1985) количество извлеченногозолота по зеленокаменным поясам варьирует от 16-32 до 70-120 кг/км^2. При оценке прогнозных ресурсов Токшинско-Кенозерского рудного узла в целом (P_3) продуктивность рудного узла принималась ориентироввочно в 80 кг/км^2, площадь – 500 км^2. Ресурсы составили 40 т золота.

Кожозерское и Нименьгское рудные поля расположены в северной части синклинория Ветреный пояс, в зоне Северного глубинного разлома, разделяющего Карельский и Беломорский мегаблоки. Разлом фиксируется мощной зоной смятия и широко развитыми процессами метасоматоза. В геологическом строении рудных полей принимают участие глубоко метаморфизованные породы беломорид, зеленосланцевые комплексы ятулия и людиковия нижнего протерозоя и терригенные отложения верхнего венда. Интрузивные породы представлены апоперидотитовыми серпентинитами и крупными телами габбро, габбродиабазов и габбро-пегматитов.

В пределах **Кожозерского рудного поля** установлены проявления коренного золота золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций и россыпного золота в отложениях верхнего венда.

Три проявления коренного золота (Воронье, Пежозерское, Водораздельное) связаны с литсвенитами по серпентинитам и одно (Старцево) – с зоной окварцевания и карбонатизации метасоматитов по основным вулканитам нижнего протерозоя. Содержания золота по данным спектрозолотометрического анализа составляют 0.1-0.7 г/т на скважинную мощность от 6-9 до 50 м и только на проявлении Старцево, по данным пробирного анализа сколковой пробы из кварцевой жилы стволовой мощностью около 2 м, – 4.35 г/т золота. Недостаточная изученность площади не позволила авторам (Медведев, 1997) подсчитать прогнозные ресурсы даже по категории P_3.

Наиболее интересным является проявление россыпного золота Колозерское. Здесь в базальных конгломератах (редкинский горизонт венда) в интервале 40.0-49.4 м

пробирным анализом установлено до 9.1 г/м^3 золота. Общая протяженность залежи 4.5 км, ширина 0.5-0.7 км, мощность продуктивного горизонта около 10 м. В 10 км на северо-восток в базальных гравелитах в интервале 102.4-109.4 по данным спектрозолотометрического анализа содержание золота составляет 2.0 г/т. Повышенные концентрации золота до 0.4 г/м^3 на мощность 8-12 м отмечены в скважинах, пройденных в центральной части площади. По Кожозерскому рудному полю определены прогнозные ресурсы золота категории P_3 в количестве 48 т (площадь 54 км^2, средняя мощность продуктивного слоя 2.0 м, среднее содержание золота 6 г/м^3, коэффициент продуктивности 0.1). Учитывая густоту скважин и представительность опробования, данные прогнозные ресурсы соответствуют категории P_2.

Нименьгское рудное поле расположено в зоне развития Северного глубинного разлома, где общая протяженность полосы развития конгломератов и гравелитов составляет порядка 60 км при ширине от 0.5-1.0 м до 4-5 км, в среднем 2 км. Мощность продуктивного пласта 0.5-4.0 м, в среднем 2 м. На проявлении Речном аномальные концентрации золота от 1.0 до 4.2 г/м^3 связаны с базальными гравелистыми песчаниками (котлинский горизонт венда) мощностью 3 м. В редкинских конгломератах, вскрытых скважиной, в осевой зоне разлома отмечены знаковые содержания самородного золота. При прогнозируемом среднем содержании золота 4 г/м^3 прогнозные ресурсы по категории P_3 по рудному полю составили 97 тонн, при коэффициенте продуктивности 0.1. Из них около 10 т в пределах узкой (200 м) полосы конгломератов под маломощным чехлом четвертичных отложений, в интервале глубин 2-20 м, в среднем 10 м.

По результатам шлиховых поисков в пределах Нименьгского рудного поля установлена повсеместная зараженность золотом аллювия современных водотоков, размывающих вулканиты свиты ветреного пояса нижнего протерозоя. Так, в предуступной части р. Кушерека, в прицокольных галечниках установлено весовое золото до 400 мг/м^3, а также знаки платины до 0.7 мм (Савельев, 1991). Золото в основном крупное и среднее, вес отдельных зерен достигает 1.45 мг. Прогнозные ресурсы категории P_3 по аллювиальным четвертичным россыпям определены в количестве 7 т, при содержании 0.5 г/м^3 (Медведев, 1997). В настоящее время в пределах Нименьгского рудного поля проводятся поисковые работы в рамках современной лицензии, выданной ЗАО «Севзапметалл».

Таблица

Сводная таблица прогнозных ресурсов коренного золота
на территории Архангельской области по состоянию на 01.01.2003 г.

Объект прогноза	Площадь объекта, км^2	Геолого-промышленный тип	Глубина прогноза, м	Способ отработки	Ср. содержание золота, г/т	Прогнозные ресурсы, т		Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР
						P_2	P_3		
Токшинско-Кенозерский рудный узел	500	Золото-кварцевый, золото-сульфидно-кварцевый	300	открытый	8.0		40	ГГК-50 000	Поисковые работы
Кенозерское рудное поле	30	—"—	—"—	—"—	5.0	38		Поисковые работы на никель	Поисковые работы
Волошовское рудное поле	32	—"—			5.0	50		—"—	Оценочные работы на Нижне-Волошовском пр-ии
Кожозерское рудное поле					6		48		Поисковые работы

Таблица
Сводная таблица прогнозных ресурсов россыпного золота
на территории Архангельской области на 01.01.2003 г.

Объект прогноза	Площадь объекта, км^2	Геолого-промышленный тип	Глубина прогноза, м	Способ отработки	Ожидаемые параметры россыпей		**Прогнозные** ресурсы золота, т	**Завершенная** стадия ГРР	**Рекомендуемая** стадия ГРР
					Средняя мощность продуктивного пласта, м	Среднее содержание золота,г/м^3			
Кожозерское рудное поле	54	древние прибрежно морские россыпи	100	Открытый	2.0	4.0-8.0	P_2–48	ГГС-50000	Поисковые работы
Нименьгское рудное поле	120	—"—	70		—"—	4.0	P_3-97.0		
—"—	200	аллювиальные россыпи			—"—	0.5	P_3–7.0		

4.12. Платина.

Мурманская область.

Проявление платиноидов локализуются в расслоенных интрузиях перидотит-пироксенит-габбро-норитовой формации. Все они относятся к стиллутерскому геолого-промышленному типу.

Расслоенные интрузии располагаются в Мончегорско-Панской, Южно-Кандалакшской и Печенгско-Аллареченской минерагенических зонах.

В пределах **Мончегорско-Панской минерагенической зоны** прогнозные ресурсы платиноидов подсчитаны в Федоровотундровском, Панском и Мончегорском массивах, которые оцениваются как высоко перспективные на выявление промышленнозначимого платинометального оруденения.

Панский массив имеет удлиненную плитообразную форму и вытянут с северо-запада на юго-восток более чем на 70 км, ширина выхода на поверхность варьирует от 0.5 до 5-6 км. В нижний краевой части массив сложен приконтактовыми плагиоклаз-амфиболовыми породами и токситовыми габброноритами, которые вверх по разрезу сменяются плагиоклазовыми пироксенитами и норитами, выше залегает габброноритовая зона с «нижним» и «верхним» расслоенными горизонтами, завершает разрез габбровая зона. Падение массива в южном направлении, в западной и центральной частях массива под углом 30-40º, в восточной – 50-60º.

В результате поисковых работ установлено широкое развитие платинометального оруденения, которое выявлено на разных уровнях разреза интрузива в ассоциации с сульфидным медно-никелевым.

Выделено три перспективых проявления: Федоровотундровское, Западно-Панское, Восточно-Панское.

Федоровотундровское проявление представлено мощной залежью в приподошвенной части массива с бедной сульфидной минерализацией и с низкими содержаниями ЭПГ (2г/т). Мощность залежи изменяется от 10 до 30 м. Сумма никеля и меди составляет 0.25-0.30%. Тип платинометального оруденения имеет сходство с оруденением Плэтрифа (Бушвельд). Прогнозные ресурсы категории P_2 оценены в 200 т при средних содержаниях платиноидов 4 г/т до глубины 300м.

Западно-Панское проявление представлено протяженной залежью сульфидной минерализации в нижнем расслоенном горизонте, т. н. Северном рифе, который прослежен по простиранию на 16 км при средней мощности 1-2 м. Содержание

платиноидов в рифе 2-4 г/т до 5-6 г/т (участок Киевей) при отношении Pt:Pd=0.2-0.25. В верхней части массива обнаружены мелкие линзы более богатых руд с содержанием ЭПГ до 8-10 г/т. Прогнозные ресурсы P_2 при среднем содержании ЭПГ 4.6 г/т составляют 230 т.

Восточно-Панское проявление. В 2002 г. завершены поисковые работы на четырех участках: Пешемпахк (10.5 км^2), г. Белая (4 км^2), Сунгйок (0.5 км^2) и Чурозерский (4 км^2).

На участке **Пешемпахк** установлены и прослежены верхний (ВРГ) и нижний (НРГ) рудоносные горизонты, с которыми ассоциирует платинометальное оруденение. Предполагается, что эти горизонты являются продолжением на восток Северного и Южного рифов в Нижнем и Верхнем расслоенных горизонтах.

Рудная зона ВРГ прослежена бурением по простиранию на 400 м, по обнажениям и делювию на 1800 м, по падению на 100-160 м. Рудная залежь представляет совокупность линзо- и лентообразных тел, составляющих 50% её объема, и характеризуется прерывистостью, сильной изменчивостью мощности (от 0.5 до 7 км) и содержаний (ЭПГ+Au от 1.6 г/т до 50.02 г/т) при вариации количества сульфидов от 0.2 до 3%. Среднее содержание благородных металлов составляет 13.72 г/т при средней мощности 1.1 м. Подсчитаны запасы категории C_2 в количестве 1.16 т.

На участке **Чурозерский** основное рудное тело прослежено по поверхности на 800 м (бурением на 600 м). Его средняя мощность – 1.5 м, среднее содержание благородных металлов 10.56 г/т. Из четырех скважин три пересекли рудные тела мощностью 0.5-4.25 м. Содержание благородных металлов (ЭПГ+ Au) в керновых пробах от 7.5 до 21.4 г/т, содержание Ni – 0.23%, Cu – 0.17%, отношение Ni:Cu = 1.3, Pd:Pt = 8.2. К наиболее перспективной отнесена верхняя сульфидоносная зона с платинометальным оруденением, связанная с появлением лейкократовых габброидов, образующих слой мощностью 10-15 м в разрезе расслоенного горизонта. ЭПГ – содержащая сульфидная вкрапленность приурочена к участкам переслаивания норитов, габброноритов и лейкогаббро.

На участке **Сунгйок** северная рудная зона прослежена по поверхности и по скважинам на 700 м. Средняя мощность рудных тел 0.4 м, среднее содержание МПГ и Au – 12.7 г/т.

По прослеженным зонам перечисленных участков до глубины пересечения их скважинами оценены прогнозные ресурсы P_1 в количестве 13.5 т. К категории P_2

(396 т) отнесены ресурсы рудных зон, ограниченные глубиной 500 м. По этим же участкам суммарные запасы и ресурсы никеля – 65 т. т., меди – 77.4 т. т.

На участках Пешемпахк и Чурозеро в настоящее время поисково-оценочные работы по лицензии МПР России проводит ООО «Кольская горно-геологическая компания». Продолжаются поисковые и поисково-оценочные работы в западной части Панского массива. Финансирование работ осуществляется компанией BARRJCK JOLD (Russia) LTD.

В **Мончегорском рудном районе** поисковые работы на металлы платиновой группы в настоящее время проводятся на участках Восточно-Мончетундровский, Южно-Сопчинский и Выручуайвенч. На всех участках проведены магниторазведка, электроразведка МПП, ВП-СГ и ТЗ-ВП, глубинные геохимические поиски, пройдены канавы, пробурено 25 скважин.

На участке **Восточно-Мончетундровский** наблюдается совмещенная зона хромитовой и платинометальной минерализации в дунитах, пироксенитах, норитах с сульфидным оруденением, которая прослежена по простиранию на 2-2.5 км при видимой мощности 0.3-0.4 км.

На участке Мончетундровский в зоне контакта с Мончеплутоном выделяется рудная зона видимой мощностью 800-1000 м. По результатам пробирного анализа получены содержания платиноидов от 1-4 до 32 г/т.

Участок Южно-Сопчинский. В строении рудной зоны принимают участие перемежающиеся меланократовые нориты, крупнозернистые пегматоидные плагио-пироксениты, оливиновые пироксениты, метаперидотиты, мезократовые габбронориты, матаанортозиты, метагаббро, метадиориты. Породы содержат гнездово-вкрапленную миллерит-халькопирит-пирротиновую минерализацию в количестве от 1-2 до 10-20%. Истинная мощность рудной зоны составляет 250 м.

По результатам ААА 4 бороздовые пробы показали содержание суммы платиноидов 1.72 г/т на длину 3.0 м. Максимальное содержание 2.86 г/т (Pt – 0.24 г/т, Pd – 2.62 г/т, Ni – 0.3%, Cu – 0.3%) на 0.9 м. Здесь ожидается выявление объекта типа Плэтриф в Бушвельде с мощностями рудных тел первые метры и содержаниями платиноидов 6-8 г/т. Возможно открытие крупного объекта, удобного для разработки карьером.

В восточной части массива Сопча зафиксировано три уровня сульфидной минерализации в 80-100 м один от другого по вертикали.

Халькопирит-пирротиновая минерализация гнездово-вкрапленного типа (1-2 до 3-5, редко 10-15%) присутствует в ортопироксенитах и пегматоидных

пироксенитах. По результатам анализов штуфных и бороздовых проб содержания суммы платиноидов 1-2.5 г/т. Наибольшие содержания Pt – 0.24 г/т, Pd – 2.07 г/т, Rh – 0.08 г/т, Au – 0.1 г/т, Ni – 0.7%, Cu – 0.21% зафиксированы на мощность 8-10 м.

В 1960 г. в крупнообъемной технологической пробе весом 122 кг из руд «Пласта – 330» в институте «Механобр» были получены содержания Pt – 0.2г/т, Pd – 1.2 г/т, Au – 0.08 г/т, Ag – 9.12 г/т, Ni – 0.41%, Cu – 0.26%. По мощности и содержаниям полезных компонентов рудные горизонты сопоставимы с месторождениями Плэтриф (ЮАР) и Ахмаваара (Финляндия).

На участке Поаз потенциально платиноносная зона приурочена к эндоконтактовой части норитового массива и прослежена по простиранию на 1.6 км. Гнездово-вкрапленная сульфидная минерализация (3-5%) имеет мощность 6-8 м. С глубиной интесивность оруденения и мощность рудной зоны увеличиваются. Содержание суммы платиноидов составляет 1.6-3.1 г/т.

На массиве Вуручгуайвенч рудная зона представлена частым переслаиванием лейкогаббронноритов, габбропегматитов, анортозитов с вкрапленностью сульфидов. Протяженность ее 1.5-2 км, мощность 100-150 м. Габбронориты прорваны крутопадающими дайками и трубками клинопироксенитов и серпентизированных перидотитов, содержащих магнетит и сульфиды до 3-5%. Эти интрузивные образования сопоставляются с платиноносными трубками Бушвельда. Максимальное содержание в 10.2 г/т (Pt – 0.85, Pd – 9.15, Rh – 0.07, Au – 0.11) установлено в керновой пробе длиной 0.7 м. В бороздовой пробе длиной 0.6 м содержание суммы платиноидов и золота составляет 20.35 г/т (Pt – 0.73, Pd – 19.07, Rh – 0.06, Au – 0.49).

Приведенные выше данные позволяют оценить Мончегорский район как высокоперспективный на платинометальное оруденение. Прогнозные ресурсы платиноидов по району в целом оцениваются в 50 т категории P_1 и 350 т категории P_2. Поисковые работы продолжаются.

В Южно-Кандалакшской минерагенической зоне выделяется **Ковдозерский рудный узел**, в пределах которого локализуется группа расслоенных массивов, строение которых аналогично Олангским интрузиям (Республика Карелия). По Ковдозерскому расслоенному массиву имеются отдельные пересечения с содержаниями платиноидов 6-9 г/т и до 30 г/т. По аналогии с Олангским прогнозные ресурсы Ковдорского рудного узла оцениваются по категории P_3 в количестве 100 т до глубины 300 м при средних содержаниях МПГ ~6 г/т.

В Печенгско-Аллареченской минерагенической зоне малосульфидное платинометальное оруденение отмечено в расслоенном массиве основных-ультраосновных пород г. Генеральской. Здесь установлено несколько уровней платинометального оруденения мощностью от 1.5 до 12 м (среднее 2-4 м), располагающихся на глубинах 0-300 м. Сульфидная минерализация отмечается в виде неравномерной редкой вкрапленности (3-5 %) халькопирита, пирротина и пентландита. Содержание МПГ достигает 2-3 г/т, никеля – 0.31-0.62 %. В итервале 787.7-788.2 на мощность 0.5 м установлены содержания Pd – 9.0 г/т, Pt – 0.74 г/т, Ni – 2.08 %. В ряде проб определены содержания Os до 0.54 г/т.

Платиновые металлы находятся в виде самостоятельных минеральных форм (меренскит и сперрилит) с размером зерен флотационного класса крупности, а также входят в состав твердых растворов пирротина и пентландита.

В настоящее время ОАО «Кольская ГМК» проводит в этом районе поисковые работы. Предварительно оцененные прогнозные ресурсы категории P_2 составляют 120 т ЭПГ. Ожидается выявление среднего по масштабам объекта. Работы не завершены.

Республика Карелия.

Перспективы Карелии на платиноиды, в основном, связаны с расслоенными интрузиями перидотит-пироксенит-габбро-норитовой формации, ванадий-урановой минерализацией в доломито-сланцевых породах и железо-титановым оруденением в интрузиях габбро-диабазов, все нижнепротерозойского возраста.

Два последних типа описаны в гл. в связи с ванадиевыми месторождениями: средняя Падма, Космозеро и другими и титаномагнетитовыми месторождениями: Койкарское и Пудожгорское.

Расслоенные интрузии располагаются в двух минерагенических зонах: Панаярвинско-Елетьозерской и Водлозерской.

В пределах Панаярвинско-Елетьозерской минерагенической зоны выделяется Олонгский рудный узел, в который входят массивы Луккулайсвара, Кивакка, Ципринга и Нюдомалакша. Детальное изучение платиноносности этих массивов было проведено в процессе поисковых работ (Клюнин, 1994) и базировалось на геохимическом опробовании всех разновидностей пород.

В результате изучения и сопоставления разрезов установлено, что массивы Луккулайсвара и Кивакка обладают сходством разреза и являются наиболее перспективными в отношении платинового оруденения, а массив Ципринга

существенно отличается от них и наиболее близок скергаардскому, менее перспективному типу.

На массиве Луккулайсвара выявлено четыре рудопроявления: Надежда, Восточное – КЗ (критическая зона), № 2 и № 15 и девять геохимических аномальных зон платинометальной специализации. Семь геохимических зон приурочены к ультрамафитовой и норитовой зонам расслоенности, одна - к верхней габбровой части расслоенной серии, одна - к телу микрогаббронноритов. Среди них две геохимические зоны существенно платиновые, три - платино-палладиевая минерализация ассоциирует с малосульфидным типом оруденения и сопровождается повышенными содержаниями меди, серебра, осьмия, иридия, радия.

Рудопроявление "Надежда" приурочено к пластовому телу микрогаббронноритов и характеризуется соотношением платины к палладию 1:4. Общая протяженность микрогаббронноритов составляет около 5 км. Мощность от 50 м на флангах до 120-140 м в центральной части, прослежено на глубину до 300 м. Изменение мощности с глубиной не наблюдается. По проявлению подсчитаны прогнозные ресурсы до глубины 300 м категории P_1 в количестве 8.0 усл.ед. и категории P_2 – 18.5 усл.ед. платиноидов при средних содержаниях платины 1.54 г/т и палладия 5.96 г/т. Выделены отдельные блоки богатых руд с прогнозными ресурсами P_1 ($P_t + P_d$) в 2.5 усл.ед. при среднем содержании суммы платиноидов 16.4 г/т и средней мощности 0.8 м. Попутно подсчитаны прогнозные ресурсы $P_1 + P_2$ меди – 9.6 тыс. т, никеля – 4.9 тыс. т, кобальта – 86 т.

Проявление "Восточное – КЗ" приурочено к верхней части разреза критической субзоны норитовой зоны и характеризуется резким преобладанием платины над палладием (в 10 и выше раз). Предполагаемая длина рудного горизонта около 500 м, мощность 2-3.5 м. По проявлению оценены прогнозные ресурсы категории P_1 в количестве 0.204 усл.ед. и P_2 – 1.6 усл.ед. при средневзвешенных содержаниях платины – 3.77 г/т, палладия – 0.07 г/т.

По рудопроявлениям № 2 и № 15 прогнозные ресурсы платиноидов P_2 составили 7.5 и 4.0 усл.ед., в сумме 11.5 усл.ед., при средневзвешенных содержаниях платиноидов 9.0 г/т и 6.5 г/т.

Всего по массиву Луккулайсвара прогнозные ресурсы платиноидов составляют по категориям: P_1 – 8.2 усл. ед., P_2 – 19.1 усл. ед.

Перспективы массива Луккулайсвара не ограничены вышеперечисленными рудопроявлениями, они могут быть расширены в связи с шестью минерализованными зонами, сопровождающими эти проявления.

Массив "Кивакка" изучен значительно слабее, чем "Луккулайсвара". Тем не менее, в его пределах выделено три геохимические аномальные зоны платинометальной минерализации, приуроченной, как и на Луккулайсваре, к нижней части расслоенной серии. Зоны прослеживаются в виде дугообразных полос шириной 100-170 м на расстоянии до 4.5км. Каждая подсечена буровыми скважинами и серией канав. Содержание платиноидов по зоне 3.0-6.0 г/т, золота до 0.54 г/т. Аномальные зоны аналогичны геохимическим зонам массива "Луккулайсвара". Можно прогнозировать на массиве "Кивакка" платинометальную минерализацию с прогнозными ресурсами категории P_2 в количестве 50 усл.ед. платиноидов со средними содержаниями 5 г/т.

В связи с тем, что проявления платиноидов малосульфидного типа России только начинают изучаться, технология обогащения этих руд еще не отработана. Поэтому до начала работ поисково-оценочной стадии целесообразно провести опытные технологические исследования по отработке технологии обогащения и возможностей использования руд.

В пределах Водлозерской минерагенической зоны были завершены ГГК-50 (Ганин, 1996), поисковые и поисково-оценочные работы (Логинов, 1995) на Бураковско-Аганозерском расслоенном массиве.

Установлено, что для массива присуще наличие двух типов платинометального оруденения: малосульфидного сингенетического и платиносульфидного эпигенетического.

Первый тип оруденения приурочен к сульфидосодержащим горизонтам пород габброноритовой зоны в пределах Аганозерского и Шалозерского блоков и является основным геолого-промышленным типом для расслоенных интрузий.

Наибольшие перспективы связываются с Шалозерским блоком, в пределах которого выявлено одно проявление с промышленным содержанием платиноидов (6.5 г/т) и два – с содержаниями (5.2 г/т). Перспективная толща протягивается по периферии всего Шалозерского блока. Площадь горизонтальной проекции составляет около 33 км^2.

Подсчитанные прогнозные ресурсы ЭПГ по категории P_2 составляют 30 усл. ед. и категории P_3 – 13.5 усл.ед.

На Аганозерском блоке, в пределах выделяемой рудоконтролирующей толщи проявлений с промышленной концентрацией ЭПГ не выявлено. Исходя из общих закономерностей распределения платиноидов и их концентрации в породах габброноритовой зоны блока, предполагается до глубины 450 м выявить хотя бы один уровень разреза с промышленными концентрациями платиноидов протяженностью по

латерали 16.7 км, по падению-900 м, мощностью 0.5 м. Коэффициент неравномерности принят 0.4-0.5. Прогнозные ресурсы категории P_2 на площади 15 кв.км составили 27 усл.ед.

Повышенные концентрации ЭПГ приурочены также к горизонтам хромитовых руд и слоям тонкоритмичных пород с сульфидами (пирротин, халькопирит, пентландит). Платинометалльное оруденение характеризуется повышенным содержанием никеля, меди, серебра (Аганозерский блок) и меди, серебра, свинца, цинка (Шалозерский блок). Отношение меди к платине и меди к палладию равно 6, а серебра к платине и серебра к палладию – 2.4.

Платиносульфидное эпигенетическое оруденение приурочено к гидротермально измененным породам субмеридиональной зоны разрывных нарушений, разделяющей Аганозерский и Шалозерский блоки. Ширина зоны 1-2 км, протяженность свыше 35 км. Выделяются два типа платиносульфидной минерализации: палладиевый и платино-палладиевый.

Первый тип приурочен только к разрывным нарушениям в пределах ультроосновной части разреза. Породы интенсивно раздроблены, брекчированы, пропитаны серпентиновыми, серпентино-карбонатными и пирит-карбонатными прожилками. Слабая сульфидная минерализация представлена пиритом и пирротином, часто с магнетитом.

Платино-палладиевая минерализация обычно приурочена к породам пироксенитовой зоны, которые тремолитизированы, хлоритизированы, оталькованы, карбонатизированы, брекчированы, катаклазированы, сульфидизированы (халькопирит-пирротин-пирит-пентландитовая ассоциация с виоларитом, кубанитом, сфалеритом, галенитом). Для этой разновидности характерны и наиболее высокие концентрации ЭПГ (до 5.2 г/т).

В пределах субмеридиональной зоны подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 в количестве 63 т.

В том числе в северо-западной части Аганозерского блока предполагается наличие горизонта протяженностью 3.5 км, мощностью до 1 м, длиной по падению 200 м, с содержанием ЭПГ до 5 г/т, прогнозные ресурсы которого по категории P_2 оцениваются в 9.8 т. В южной части Шалозерского блока, в породах краевой зоны предполагается наличие горизонта протяженностью 4 км, мощностью 1 м, шириной по падению 200 м с содержанием ЭПГ в породах до 3 г/т, прогнозными ресурсами категории P_2 – 6.7 т. Эти участки рекомендуются для проведения поисково-оценочных работ.

Геологическая позиция платинометального оруденения эпигенетического типа аналогична золото-сульфидному оруденению, приуроченному к этой зоне. Поэтому целесообразно проводить поисковые работы на ЭПГ и золото совместно.

Таким образом, прогнозные ресурсы платиноидов в пределах Аганозерского и Шалозерского блоков составляют: категории P_2 – 120 т и категории P_3 – 13.5 т.

Таблица прогнозных ресурсов платины

Таблица

Название минерагенической зоны, рудного узла, рудного поля, рудопроявления	Прогнозные ресурсы, т			Среднее содержание, г/т	Глубина прогноза, м
	P_1	P_2	P_3		
1	2	3	4	5	6
Панозерско-Елетьозерская м. з. Олангский р. у. массив Луккулайсвара Надежда	 8.0	 6.0		7.5	300
Восточное K_3	0.204	1.6		3.8	
Проявления: №2, №15 Кивака П		7.5 4.0 50		9.0 6.5 5	
Итого по Олангскому р. у.	8.2	69.1			
Бураковский р. у. Шамозерское П Аганозерский блок Меридиональная зона		 30 27 63	 13.5	 6 5.0 5.0	
Итого по Бураковскому р. у.		136.5	13.5		
Всего по Карелии	8.2	205.6	13.5		

4.13. Алмазы

СЗФО является новым алмазоносным регионом, открытым российскими геологами в конце прошлого века. По своим балансовым запасам, подготовленных к освоению

месторождений по C_2– 20.3 % и А +В + C_1 – 18.2 % (В.И. Ваганов, 2000г.) регион занимает второе место среди субъектов Российской Федерации.

Анализ геотектонического строения территории округа, пространственное и временное распространение алмазоносного и родственного ему магматизма, наличие обломков алмазов и спутников во вторичных коллекторах и четвертичных отложениях позволяют выделить алмазоносные субпровинции – Восточной части Балтийского щита, Московско-Мезенскую и минерагенические алмазоносные зоны Тиманскую и Приуральскую (рис. 18).

По времени формирования на территории округа можно выделить лопийскую раннекарельскую, позднекарельскую, готскую, каледонскую, герцинскую и на сопредельной территории Урала мезозойскую алмазоносную эпохи. Границы эпох фиксируются вторичными и промежуточными терригенными коллекторами: сегозерским (ятулийским), гдовским (верхневендским), нижнекембрийским, живетско-франским, ветлужским и вымским.

Алмазоносные магматиты представлены кимберлитами, лампроитами, лампрофирами, ладогалитами магматическими туффизитами, и импактитами.

Промышленная алмазоносность установлена в герцинских кимберлитах в Архангельской области и магматических "туффизитах" на Урале в Красновишерском районе. Природа алмазоносных "туффизитов" дискусионна и в настоящем обзоре не рассматривается. Месторождение данного вида выделяются в "уральский " тип.

На Фенноскандинавском щите – выступе древнейшей континентальной коры имеются прямые признаки для выявления месторождений докембрийских алмазоносных эпох, которые на территории Русской и Тимано-Печерской плит перекрыты мощным чехлом осадочных формаций. О продуктивности древних эпох можно судить на примерах гигантского лампроитового месторождения Аргайл (рифей), кимберлитового месторождения Премьер (вепсий), и палеороссыпного месторождения Витватерсранд (карелий).

В НАО находится импактное месторождение алмазов, связанное с Карской астроблемой позднемезозойского возраста. Астроблема по своим размерам сопоставима с Хибинским горным массивом. Рудные тела сложены тогамитами и зювитами. Алмазы мелкие, плоскогранные, технические, ювелирные разновидности отсутствуют. Освоение месторождения, вероятно, сдерживаются отсутствием технологий использования импактных алмазов в промышленности и отсутствием инфраструктуры.

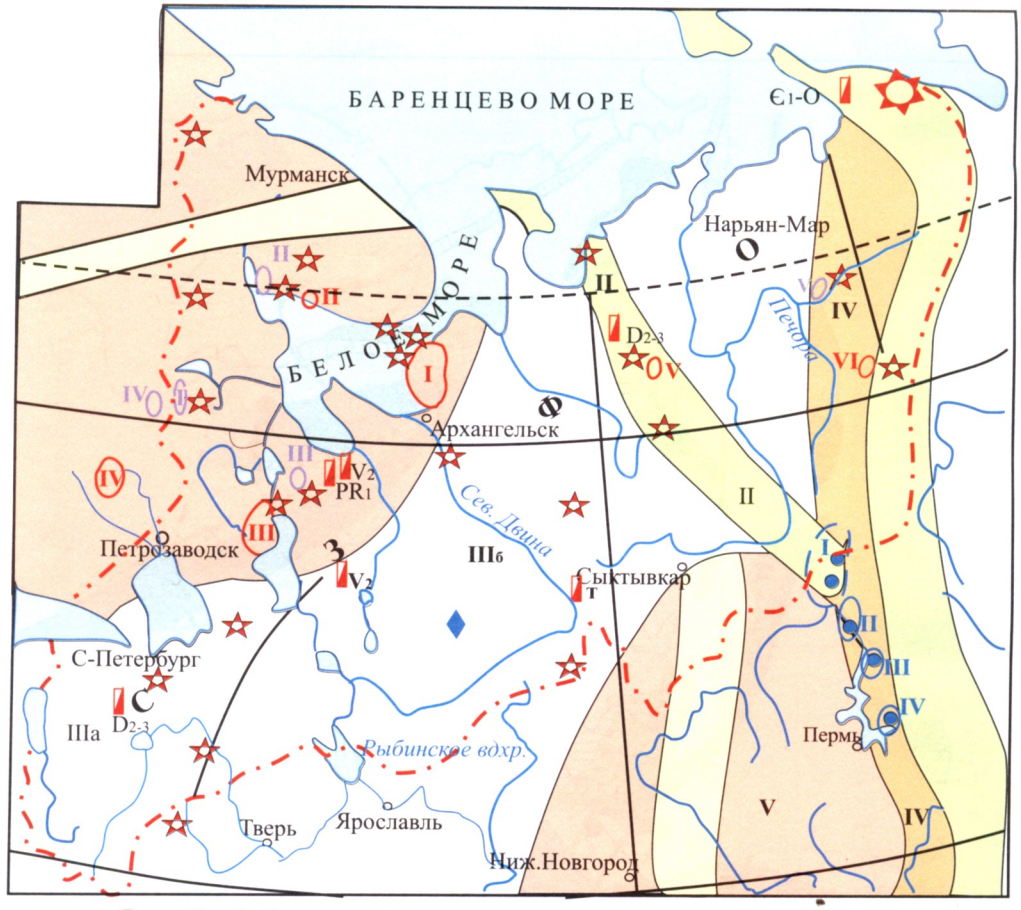


Рис. 18. Районирование алмазоносности СЗФО в региональных структурах ВЕП и ТПП.

Выступы фундамента с прилагающими участками чехла

Синеклизы и впадины

Антеклизы

Предгорные прогибы

Среднепалеозойские авлакогены

Кряжи

Складчатые области

I. Алмазоносная субпровинция Балтийского щита
II. Алмазоносная Тиманская минерагеническая зона
III. Алмазоносная субпровинция Московско-Мезенской синеклизы:
IIIа. Прибалтийская область
IIIб. Сухоно-Двинско-Пинежская область
IV. Алмазоносная Приуральская минерагеническая зона
V. Алмазоносная субпровинция Волго-Камской антеклизы

Кимберлитовые поля: I-Зимнего берега; II-Терского берега; III-Заонежья; IV-Северной Финляндии; V-Тимана; VI-Урала (Хартесское)

Лампроитовые поля: I-Костомукшское; II-Порьей губы; III-оз.Левушки; IV-Лиантира; V-Гряда Чернышева

Кимберлиты (?) Мезозойского возраста(?) - Илеза (а); «туффизитовые» поля «уральского» типа (б):
I - Красновишерское; II - Чикманское; III - Кусьинское; IV- Верхнекойвинское

Алмазы во вторичных и промежуточных коллекторах, индексом - возраст коллектора (а); алмазы в четвертичных отложениях (б)

Карская астроблема

Алмазоносная субпровинции Восточной части Балтийского щита.

Субпровинция по общим запасам алмазов (17000 млн. карат) в подготовленных к освоению месторождений Архангельской области сопоставима с крупнейшими провинциями стран продуцентов, таких как Конго (800 млн. карат), Ботсвана (600 млн. карат), Заир (300 млн. карат).

Подготовленные к эксплуатации месторождения им. В.П. Гриба и М.В. Ломоносова по общим запасам входят в первую десятку алмазных месторождений гигантов.

Границы субпровинции очерчиваются по отметке – 200 м залегания кровли валдайского горизонта верхневендского возраста.

Субпровинция Восточной части Балтийского щита в административном отношении охватывает Мурманскую, западную часть Архангельской, северную часть Ленинградской, северо-западную часть Вологодской областей и Республику Карелия. Восточная часть Балтийского щита является древнейшим выступом континентальной коры с тенденцией воздымания в истории всего развития. Он характеризуется холодной литосферой с низким тепловым потоком (40 м w м $^{-2}$) и мощностью от 170 до 240 км (рис.19,20). Мантия на участках проявлений алмазоносного магматизма деплетированная с отрицательными изотопными характеристиками E_{Nd} и истощенная. Мантийные резервуары лампроитового и кимберлитового состава равновесны с гранатовыми перидотитами из зоны стабильности алмазов. Консолидированная кора сформировалась преимущественно в верхнем архее, частично в нижнем протерозое.

Особенности стратиграфического и тектонического строения коры и проявления протоплатформенного магматизма показаны на рис. Продуктивный на алмазы магматизм контролируются тектоно-магматической активизацией лопийского, карельского, выборского (вепсийского), готского (байкальского), каледонского и герцинского тектоно-магматических циклов.

Основными структурами Фенноскандинавского щита являются Карельский, Кольский кратоны, Западно-Финляндский протон, и Дальсландский тектон. В кратонах формирование консолидированной коры завершилось в позднем архее, в протоне в конце раннего протерозоя, а в тектоне в позднем протерозое. Указанные структуры разделяются гранулитовыми поясами, стабилизация которых происходит в конце раннего и позднего протерозоя. Кратоны и протон объединяются в мегакротон. Протоплатформенными структурами кратонов являются проторифтогенные структуры карельского возраста. Платформенные структуры мегакратона представлены верхнепротерозойскими рифтами (авлакогенами).

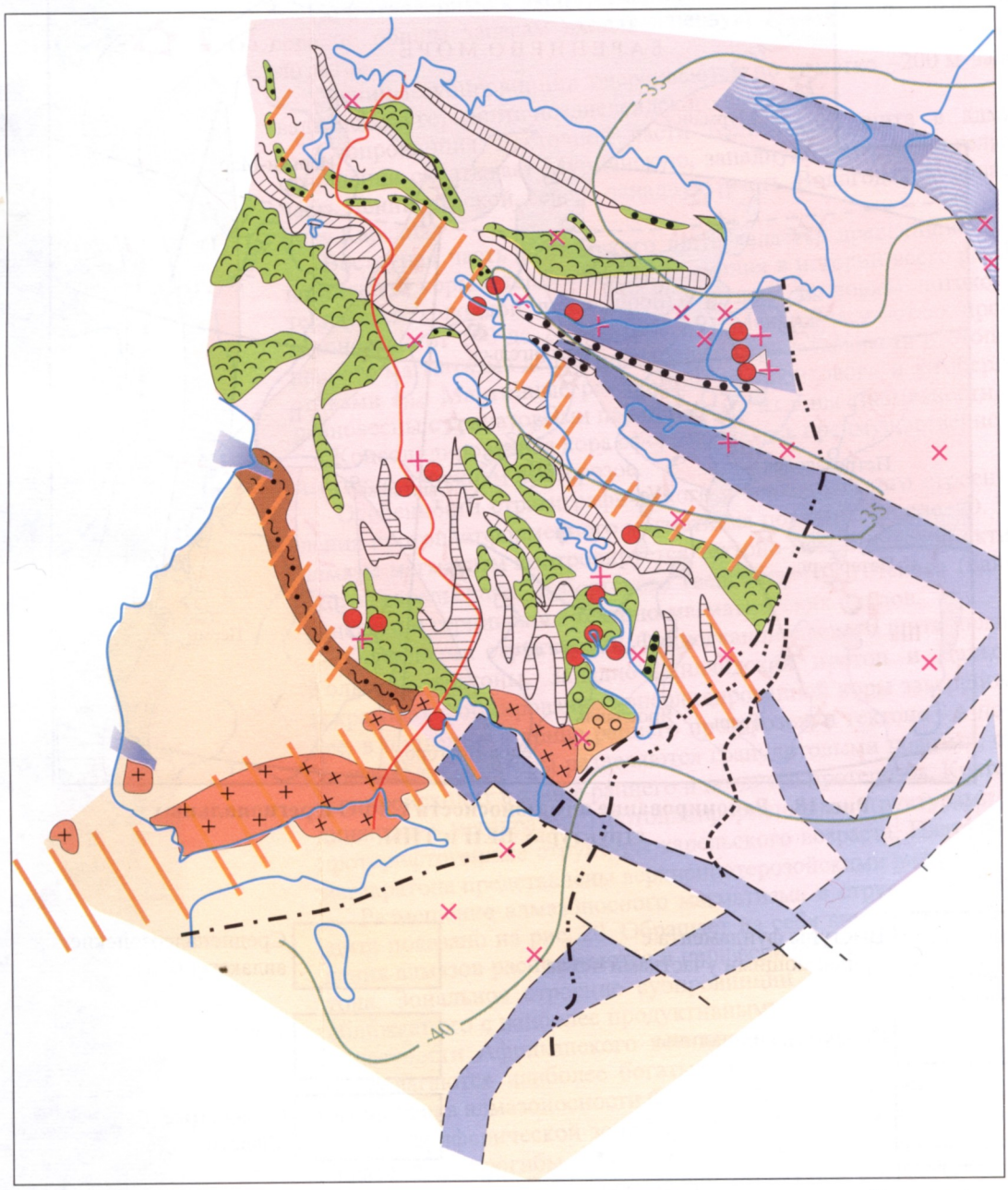


Рис. I9. Схема тектонического строения Балтийского щита и его погребенных склонов (довендская поверхность)

а) б) Консолидированная кора: ***а*** - позднеархейская; ***б*** - раннепротерозойская

Позднеархейские зеленокаменные пояса

Гранулитовые пояса позднеархейского, раннекарельского тектогенеза

Проторифты, перикратонные прогибы раннекарельского тектогенеза

Выборгский (позднекарельский) низкобарический гранулитовый пояс

Позднекарельские перикратонные прогибы

Готские (раннебайкальские) рифты и авлакогены

Раннебайкальские складчатые (геосинклинальные) пояса

Кимберлиты и лампроиты

а) б) Выборгские граниты : ***а*** - рапакиви ***б*** - лейкократовые

Магматические мафические и ультрамафические швы

35 Изогипсы земной коры в км от уровня моря (А.А.Смыслов,1981 г.)

Граница Балтийского щита по отметке 200 м кровли валдайского горизонта (по В.В. Бронгулееву)

Изопахита кровли с отметкой 200 м нижнего карбона

Граница пермских отложений

Алмазы в коренных породах

Алмазы в четвертичных отложениях

Общая стратиграфическая шкала (Уфа, 1990 г.)				Региональная стратиграфическая шкала Российской части Балтийского щита, ГГП «Севзапгеология»		Магматизм платформенного и протоплатформенного этапов
Акротема	Эонотема	Эратема	Система	Комплекс	Надгоризонт	
	Фанерозой	Палеозой 570 (530)				**Кимберлиты (340–млн лет)** Пикриты, фоидиты Щелочные ультрамафиты с карбонатитами **Кимберлиты (450-600 млн лет)**
ПРОТЕРОЗОЙ	Верхний протерозой	650±20	Венд			
	Рифей	Верхний 1000±50 Средний 1350±20 Нижний				**Лампроиты (1200 млн лет)** Лампрофиры, сортавалиты, долериты
	Нижний протерозой	Верхний карелий 1950±50			Вепсийский	Граниты рапакиви Ладогалиты **Лампроиты, кимберлиты (1720 млн лет)**
		Нижний карелий			Ливийский 2000±50 Людиковий-ский 2100±50 Ятулийский 2300±50 Сариолийско-сумийский	Щелочные ультрамафиты, карбонатиты Карбонатиты
АРХЕЙ		Верхний 3150±50		Лопийский	Гимольский Контокский Сланцево-гнейсовая толща	Карбонатиты **Ультрамафитовые сланцы алмазосодержащие (2550–2600 млн лет)**
		Нижний		Саамский		

Рис. 20. Пространственно-временное распределение алмазоносного магматизма Восточной части Балтийского щита (выделены алмазоносные магматические комплексы).

Размещение алмазоносного магматизма в структурах Фенноскандинавского щита показано на рис.20. Обращает на себя внимание, что известные проявления алмазов располагаются в периферической и ядерных зонах этого мегакратона. Зональное строение субпровинции Восточной части Балтийского щита сближает его с наиболее продуктивными алмазоносными субпровинциями мира, в частности, Африканского континента (рис.21.), где в периферических зонах располагаются наиболее богатые месторождения. С этих позиций необходима переоценка алмазоносности Фенноскандинавского щита.

В периферической зоне Карело-Кольского мегакратона располагаются перикратонные прогибы раннепротерозойского возраста: Усть-Понойский, Онежский, Ладожский, Оутокумпский; структурам "острого" угла Ветреного пояса. В большинстве из перечисленных структур установлены кимберлитовые и лампроитовые алмазоносные поля. Продуктивность их не оценена.

В ядерной зоне мегакратона располагаются лампроитовые поля Костомукшское (Республика Карелия) и Лиантира (Финляндия).

Зимнебережное кимберлитовое поле размещается в рифейском авлакогене в зоне сопряжения Кольского кратона с Мезенской синеклизой.

В результате работ Петербургской комплексной геологической экспедиции, в последнее время в области сочленения южной периферии Фенноскандинавского щита и Русской плиты установлен новый перспективный «Яблоновский» объект, связанный с алмазоносными породами уральского типа – туффизитами. Краткие сведения о геологической позиции туффизитов приведены выше. В верхней части яблоновской свиты выявлен интервал пород, в котором обнаружено большое количество неизношенных минералов – спутников алмаза: высокохромистые пиропы, хромдиопсиды, хромшпинелиды, моноклинные пироксены, муассонит и др. По составу и структуре породы этого интервала идентичны уральским алмазоносным туффизитам. Перспективные алмазоносные породы залегают на глубинах 60-70м; рекомендуется бурение скважин большого диаметра с целью опробования керна.

Прогнозные ресурсы алмазоносности субпровинции Восточной части Балтийского щита по категории P_3 составляют 1860 млн. карат. Перспективные на алмазы площади субпровинции и их прогнозные ресурсы приведены в таблице. В последней название субпровинции приводится под названием Балтийского щита.

Тиманская алмазоносная минерагеническая зона.

Минерагеническая зона прослеживается на 1100 км, при ширине от 100 до 150 км (по геофизическим данным, О.А. Калинина, Э.Э. Фотиади, 1963) от мыса Канин нос

на северо-западе до Полюдова поднятия (Урал) на юго-востоке. Она сложена породами рифея и палеозоя, и в структурном отношении представляет собой складчатую систему, завершившую свое развитие в ранне байкальский тектонический цикл. Геосинклинальная природа Тимана у многих геологов вызывает сомнение в связи с проявлением щелочно-ультраосновного с карбонатитами и пикритового магматизма палеозойского возраста, отсутствием на всем протяжении структуры предтиманского передового прогиба (Л.П. Шилов и др. 2000 г.).

На всем протяжении минерагеническая зона продольными разломами осложнена поднятиями (горстами) и депрессиями (грабенами). В последних от Чешской губы Баренцевого моря до сопряжения с Уралом установлены полиминеральные палеороссыпи с алмазами девонского и россыпи кайнозойского возрастов. Алмазы в палеороссыпях и россыпях округлой формы, крупных размеров. Многими исследователями палеороссыпи Тимана сопоставляются с россыпями такатинской свиты Красновишерского района, и относятся к "уральскому" типу. На среднем Тимане в пределах палеороссыпи Ичет-Ю установлена "туффизитовая" алмазоносная Сидоровская трубка. Образование "туффизитовой" трубки связывается с эруптивно-эксплозивными процессами при активном участии мантийных и коровых флюидов, Л.И. Лукьянова и др., 1997 г. Возраст трубки мезозойский. Специалистами ЦНИГРИ, ИГЕМ РАН природа туффизитов оспаривается и оценивается как осадочная порода, интенсивно деформированная и переработанная метасоматическими процессами в зоне глубинного разлома, В.И. Ваганов и др., 2001 г.

В этом же районе установлены слабо алмазоносные кимберлитовые трубки Умбинского поля. Возраст их раннегерцинский.

Геофизические аномалии "трубочного" типа установлены на Обдырском участке. На этой же территории в четвертичных отложениях отмечаются единичные обломки алмазов и минералов спутников. Алмазоносность Тиманской минерагенической зоны изучена плохо, прогнозные ресурсы по категории P_3 оцениваются в 180 млн. усл. ед., тем не менее проведенный анализ перспектив алмазоносности свидетельствуют о высокой вероятности выявления промышленной раннегерцинской алмазоносности зимнебережного и мезозойского "уральского" красновишерского типов. Перспективные площади и их прогнозные ресурсы по категории P_3 приведены в табл.

Приуральская алмазоносная минерагеническая зона.

Минерагеническая зона представляет собой зону переходных структур между Тимано-Печерской и Урало-Пай-Хойской областью завершенной складчатости (молодой платформы), К.Э. Якобсон и др., 2001 г. Минерагеническая зона объединяет впадины Предуральского передового прогиба и Приуральских приразломных поднятий. Последние контролируют размещение проявлений алмазоносного магматизма "уральского типа". Приразломные поднятия сложены доуральскими позднебайкальскими метаморфизованными складчатыми образованиями рифея, венда и палеозоя. Магматические "туффизиты" и породы, возможно имеющие связь с алмазоносностью размещаются на контактах разновозрастных образований и контролируются сопряженными разломами Тиманской, Уральской и широтных систем, Л.И. Лукьянова, 1997 г.

Лампроиты мезозойского возраста установлены на гряде Чернышева на Шарью-Заостренной площади, сложенной формациями триаса, нижней юры, Л.И. Лукьянова, А.М. Маренчев и др., 1999 г. В аллювиальных отложениях р. Заостренной местной геологической службой установлены алмазы.

На Приполярном Урале на Хортеском участке в рифей-вендских отложениях выявлены тела кимберлит-лампроитового состава. Здесь же в районе слияния рек Торговая и Шугер в аллювии выявлены обломки алмазов "уральского типа".

Прогнозные ресурсы алмазов по имеющимся материалам на данной стадии изученности оценить сложно, по особенностям геологического строения зоны приразломных поднятий, наличие на границе Республики Коми и Пермской области промышленного алмазоносного Красновишерского района, в котором добываются самые дорогостоящие и высококачественные ювелирные алмазы России позволяют рассматривать минерагеническую зону как перспективную на выявление месторождений алмазов "уральского типа". Перспективные площади и их прогнозные ресурсы показаны в табл.

Московско-Мезенская алмазоносная субпровинция.

Московская и Мезенская синеклизы, как самостоятельные структуры сформировались в верхнем венде. Они развились над системой авлакогенов рифейско-ранневендского возраста северо-западного и северо-восточного направления. Осевая часть синеклизы совпадает с системой Крестецко-Рослятинских грабенов Среднерусского авлакогена. Прогибы фундамента заполнены отложениями рифея, а вендские отложения несогласно залегают на рифейских, нивелируя блоковый рельеф

фундамента. Палеозойские отложения с региональным несогласием залегают на вендских. В позднем палеозое граница синеклизы на территории Российской Прибалтики значительно смещается в юго-восточном направлении до современного положения карбонового уступа. Северо-западная часть синеклизы в нижнем палеозое разрастается в Порховско-Петербургское поднятие. Граница Московской и Мезенской синеклиз осложняются Коношским выступом и антиклизой Ветреного пояса.

Фундаментом Московской и Мезенской синеклиз служат кристаллические архейские и нижнепротерозойские комплексы южного и восточного склонов Фенноскандинавского щита. Фундамент синеклиз глубоко погружен и слабо изучен. По особенностям тектонического строения и установленных критериев и минералогических признаков алмазоносная субпровинция подразделяется на Прибалтийскую и Сухона-Двинско-Пинежскую алмазоносные области.

Прибалтийская алмазоносная область.

Прибалтийская алмазоносная область располагается на территориях административных районов Псковской, Новгородской и юго-западной части Ленинградской областей. Она относится к новым недостаточно изученным закрытым территориям. Кристаллический фундамент территории глубоко погружен и имеет архей-протерозойский возраст. Консолидированная кора сформировалась в нижнем протерозое и на этом основании территория относится к протону.

Обломки кристаллов алмазов и минералов спутников установлены в средне и верхнедевонских отложениях живетского и франского ярусов р. Оредеж. В среднедевонских отложениях минералы спутники алмаза представлены исключительно пиропами (М.В. Михайлов и др., 2000 г.). Пиропы класса крупности – 0.5 + 0.25 мм, составляют один – три знака. Зерна сильно изношены. Вероятнее всего, коренной источник минералов значительно удален.

В верхнедевонских отложениях установлен полный набор кимберлитовых минералов: пикроильмениты, пиропы, хромшпинелиды, хромдиопсиды, оливины и алмазы. Минералы-спутники совершенно не изношены, пиропы и хромшпинелиды алмазной ассоциации. Наличие алмазов и кимберлитовых минералов свидетельствуют о местных коренных источниках алмазов.

На границе верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений в районе карбонового уступа в широкой полосе (не менее 30 км) от п. Любытино до г. Холм на протяжении 280 км в четвертичных отложениях установлены ореолы кимберлитовых минералов пиропов и хромдиопсидов алмазных ассоциаций (мстинский, демянский и

др. ореолы), и единичными алмазами (р. Любытино). В районе эксклюзивной трубки Каёво в четвертичных отложениях выделен сросток кристалла алмаза с флогопитом (устное сообщение В. Н. Шурыгина, 1996г.). На юго-западном продолжении Демянского шлихового ореола на территории Тверской области в районе оз. Селигер в ледниковых отложениях найдено несколько кристаллов алмазов. Один из них представляет сросток октаэдров (6-7 индивидов) без следов механического переноса. Приведенные признаки найденных алмазов свидетельствуют о местных коренных источниках. Одним из вероятных коренных источников могут быть брекчированные породы сложенные местным материалом с нетипичными для района обломками пород, в которых отмечаются стекла и кимберлитовые минералы в акцессорных количествах.

Приведенные материалы свидетельствуют о потенциальной перспективности Прибалтийской алмазной области на выявление кимберлитов раннегерцинского возраста, аналогичных высокопродуктивным кимберлитам Архангельской области, и палеороссыпей.

Прогнозные ресурсы по категории P_3 по материалам прогнозных исследований масштаба 1: 1000 000 (С.А. Скороспелкин и др., 1994, 2002г.г.) оцениваются 1150 млн. усл. ед.

Сухона-Двинско-Пинежская алмазоносная область.

Алмазоносная область территориально располагается в Вологодской и Архангельской областях. Граница области на северо-западе проходит по карбоновому уступу, на западе по Балтийскому щиту, на северо-востоке по Тиманскому кряжу, а на юго-востоке очерчивается административной границей СЗФО. Область является частью московской и Мезенской синеклиз. Фундамент последних изучен единичными скважинами, сложен архейскими и протерозойскими кристаллическими породами. Земная кора консолидирована по аналогии с Карело-Кольским регионом, в позднем архее, т.е. относится к архону.

Кристаллический фундамент на склоне Балтийского щита разбит на блоки, на стыке которых, как правило, формировались и авлакогены. Блок между Воче-Лачским и Онежским авлакогенами в раннем палеозое выступал в виде выступа (Коношский) и антиклизы Ветреного пояса и разграничивает Московскую и Мезенскую синеклизы. В позднем палеозое граница Московской синеклизы смещается до восточного борта Воче-Лачского авлакогена и отмечается поверхностью структурного несогласия. В базальных слоях Уфимского яруса верхней перми отмечается повышенный выход тяжелой фракции (черный шлих), обогащенный минералами спутниками алмазов –

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории Северо-Западного округа РФ по состоянию на 1.01.2003 г.

№ п. п.	Металлогеническая зона, бассейн, рудный район, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза, км² (номер на карте)	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза, м	Способ отработки	Средние содержания, карат/т				Прогнозные ресурсы, млн карат				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР / Очередность проведения работ
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		
Мурманская область																
1	Субпровинция Балтийского щита (ядерная зона)	Зареченская 2800 **(1)**	Зимнебережный и кимберлитовый трубочный	Кимберлиты	300	Открытый	0,5				50				Общие поиски (не завершены)	Поисковые работы
2	Субпровинция Балтийского щита. Ермаковское кимберлитовое поле	Терская 3000 **(2)**	»	»	300	»		0,5				3,2			Поисково-оценочные работы	Поисково-оценочные работы
3	Субпровинция Балтийского щита	Пулонгская 4676 **(3)**	»	»	300	»	0,5				50				Общие поиски	Поисковые работы
Республика Карелия																
4	Субпровинция Балтийского щита	Соколо-озерская 1550 **(4)**	Кимберлитовый и лампроитовый трубочный	Кимберлиты, лампроиты	300	Открытый	0,5				50				Общие поиски	Поисковые работы приостановлены
5	Карельский кратон (ядерная зона)	Костомукшская 4500 **(5)**	Лампроитовый (диатремовый и даечный, З. Австралия)	Лампроиты, кимберлиты	300	»	0,5	0,02			45	4,5			Не завершены общие поиски	Общие поиски, поисково-оценочные
6	Карельский кратон (периферическая зона)	Западно-Повенецкая 1300 **(6)**	Кимберлитовый (зимнебережный)	Кимберлиты	300	»	0,5				50				Общие поиски	Поисковые работы
7	Субпровинция Балтийского щита. Карельский кратон (периферическая зона)	Заонежская **(7)**	Кимберлитовый (трубки Премьер)	»	300	»	0,3–0,5				30				»	»
8	»	Левушко-озерная 400 **(8)**	Лампроитовый (аргайлский, З. Австралия)	Лампроиты	300	»	0,5				45				Тематические работы	»
Ленинградская область																
9	Субпровинция Балтийского щита (периферическая зона)	Северо-Ладожская 3000 **(9)**	Уральский «туффизитовый»	«Туффизиты»	300	Открытый	0,5				200				ГС-200	Общие поиски
10	»	Подпорожско-Тихвинская 22500 **(10)**	Кимберлитовый (зимнебережный)	Кимберлиты	300	»	0,5				300				Общие поиски (приостановлены)	Продолжить общие поиски
11	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Прибалтийская кимберлитовая область	Лужская **(11)**	Уральский	«Туффизиты»	300	»					300				Не завершена стадия общих поисков	Площадь лицензирована
Псковская область																
12	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Прибалтийская область	Гдовско-Лужская **(12)**	Кимберлитовый (зимнебережный)	Кимберлиты	300	Открытый	0,5				50				Общие поиски (не завершены)	Площадь лицензирована
13	»	Святогорская **(13)**	»	»	300	»	0,5				200				НИР-200	Общие поиски
Новгородская область																
14	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Прибалтийская область	Мстинская 3000 **(14)**	Кимберлитовый (зимнебережный)	Кимберлиты	300	Открытый	0,5				200				Общие поиски	Площадь лицензирована, работы приостановлены
15	»	Демянская 1500 **(15)**	»	»	300	»	0,5				200				»	Поисковые работы
Вологодская область																
16	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Сухоно-Двинско-Пинежская область	Илезская 2300 **(16)**	Кимберлитовый (мезозойского возраста)	Кимберлиты	300	Открытый	0,5				100				Общие поиски	Поисковые работы проводятся ЗАО «Кратон»
Архангельская область и Ненецкий автономный округ																
17	Субпровинция Балтийского щита. Зимнебережный район (периферическая зона)	Зимнебережное поле (Первомайско-Кольцовская группа трубок) 250 **(17)**	Кимберлитовый (глиноземистый)	Кимберлиты	350	Открытый			0,9			2,43			Поисково-оценочные работы	Предварительная разведка
18	»	Мегорское поле (2 тр.) 280 **(18)**	Кимберлитовый (железисто-титанистый)	»	350	»				1,68				39,5	»	»
19	»	Верхотинское (6 тр.) 90 **(19)**		»	300	»	0,000-0,016				5,0				»	Поисковые работы
20	»	Кепинское поле (24 тр.) 1200 **(25)**	Кимберлитовый (железисто-титанистый)	»	300	»		0,2				5,94			»	»
21	»	Чидвинское поле (4 тр. + +80 перспективных уч.) 300 **(22)**	Кимберлитовый (глиноземистый)	»	300	»		1,0				82,1			»	Поисково-оценочные работы
22	»	Юрско-Двинская 350 **(23)**	»	»	300	»		1,0			300				Общие поиски	Поисковые работы
23	»	Падунский участок 7,0 **(20)**	Кимберлитовый (железисто-титанистый)	»	300	»	1,68				100				»	»
24	»	Ручьевская 6000 **(26)**	»	»	300	»	1,68				300				»	»
25	»	Товская 750 **(21)**	Кимберлитовый	»	300	»	1,68				300				»	»

См. окончание табл.

Вклейка, зак. 5167ф

хромшпинелидами и хромдиопсидами (С.А. Скороспелкин и др., 1993 г.). Черный шлих обогащен магнетитом, вероятно за счет размыва железорудных толщ зеленокаменных поясов юго-восточной Карелии, отмечаются мелкие знаки золота. Шлихо-минералогическая ассоциация минералов спутников алмазов в уфимском ярусе соответствует кимберлитам зимнебережного типа.

В триасовый период в изолированных депрессиях, обрамляющих по периферии антиклизу Ветреного пояса, постоянно отмечаются пиропы гарцбургитового типа и иногда алмазы.

В четвертичных отложениях кристаллы алмазов найдены на р. Уфтюга к западу от г. Тотьмы, южнее г. Шенкурска и к югу от п. Нюхча. Находки пиропов кимберлитового типа и алмазов в ветлужском горизонте триаса, вероятно, свидетельствуют о наличии кимберлитов позднегерцинского возраста. Одним из таких источников вероятно являются брекчии илезского типа, в которых установлены мелкие единичные алмазы и кимберлитовые минералы спутники.

Резюмируя изложенное, можно констатировать, что в пределах алмазоносной области перспективы выявления месторождений зимнебережного типа, особенно восточнее изопахиты кровли нижнего карбона с отметкой - 200 м исключается, возможно выявление алмазоносного магматизма илезского типа, но продуктивность его по данной стадии изученности проблематична. Наиболее благоприятным горизонтом для поисков комплексных палеороссыпей на золото и алмазы являются базальные отложения казанского яруса нижней перми. Прогнозные ресурсы Сухона-Двинско-Пинежской области на алмазы по категории P_3 оцениваются в 230 млн. усл. ед., перспективные участки и прогнозные ресурсы приведены в табл.

Таблица

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории Мурманской области по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. р-он, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР Очередность проведения работ
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Субпровинция Балтийского щита (ядерная зона)	Зареченская 2800	Зимнебережный, кимберлитовый, трубочный	Кимберлиты	300	Открытый	0.5				50				Общие поиски (не завершены)	Работы осуществляются по лицензии
2	Субпровинция Балтийского щита Ермаковское кимберлитовое поле	Терская 3000	-//-	-//-	300	-//-		0.5				3.2			Поисково-оценочные	-//-
3	Субпровинция Балтийского щита	Пулонь-гская 4676	-//-	-//-	300	-//-	0.5				50				Общие поиски	-//-

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории Республики Карелия по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. р-он, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР Очередность проведения работ
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	Субпровинция Балтийского щита	Соколо-озерская 1550	Кимберлитовый трубочный, лампроитовый трубочный	Кимберлиты, лампроиты	300	Открытый	0.5				50				Общие поиски	Лицензионные работы приостановлены
5	Карельский кратон (ядерная зона)	Костомукшская 4500	Лампроитовый, диатремовый и даечный (Аргайльский)	Лампроиты, кимберлиты	300	-//-	0.5				45				Не завершены общие поиски	Общие поиски, поисково-оценочные
6	Карельский кратон (периферическая зона)	Западно-Повенецкая 1300	Зимнебережный, кимберлитовый	Кимберлиты	300	-//-	0.5				50				Общие поиски	Площадь лицензирована

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	Субпровинция Балтийского щита. Карельский кратон (периферическая зона)	Заонежская	Трубки Премьер	Кимберлиты	300	Открытый	0.3 0.5				30				Общепоисковая	Площадь лицензирована
8	Субпровинция Балтийского щита. Карельский кратон (периферическая зона)	Левушкоозерная 400	Трубки Аргайл	Ламироитовый	300	-//-	0.5				45					Площадь лицензирована

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории Ленинградской области по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. р-он, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР Очередность проведения работ
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		
9	Субпровинция Балтийского щита. (периферическая зона)	Северо-Ладожская 3000	Уральский "туффизитовый"	"Туффизит"	300	Открытый	0.5				200				ГС-200	Общие поиски
10	Субпровинция Балтийского щита. (периферическая зона)	Подпорожско-Тихвинская 22500	Зимнебережный, кимберлитовый	Кимберлиты	300	-//-	0.5				300				Общие поиски (преостановл)	Продолжить общие поиски
11	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Прибалтийская кимберлитовая область	Лужская	Уральский "туффизитовый"	"Туффизит"	300	-//-					300				Не завершена стадия общих поисков	Площадь лицензирована

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории
Псковской области по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. район, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		Очередность проведения работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
12	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Прибалтийская область	Гдовско-Лужская	Зимнебережный, кимберлитовый	Кимберлиты	300	Открытый	0.5				50				Общие поиски (не завершены)	Площадь лицензирована
13	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Прибалтийская область	Свято-Горская	Зимнебережный, кимберлитовый	Кимберлиты	300		0.5				200				НИР-200	Общие поиски

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории
Новгородской области по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. район, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		Очередность проведения работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
14	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Прибалтийская область	Мстинская 3000	Кимберлитовый (зимнебережный)	Кимберлиты	300	Открытый	0.5				200				Общие поиски. Площадь лизензирована, работы приостановлены.	
15	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы.	Демянская 1500	Кимберлитовый (зимнебережный)	Кимберлиты	300		0.5				200				Общие поиски. Площадь лизензирова-	

	Прибалтийская область														на.	

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории
Вологодской области по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. район, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР Очередность проведения работ
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
16	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Сухоно-Двинская –Пинежская область	Илезская 2300	Кимберлиты (мезозойского возраста)	Кимберлиты	300		0.5				100				Общие поиски.	Поисковые работы проводятся ЗАО "Кратон"

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории
Архангельской области и Ненецкого автономного округа по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. район, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР Очередность проведения работ
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
17	Субпровинция Балтийского щита. Зимнебережный район (периферическая зона	Зимнебережное поле (7 тр.) Первомайско-Кольцовская гр. 250	Кимберлитовый (глиноземистый) -//-	Кимберлиты -//-					0.9				1.18		.	Приводится в п. II
18	-//-	Мегорское поле (2 тр.) 280	Кимберлитовый (железисто-титанистый)	Кимберлиты												Изучение признано нецелесообразным В.А. Медведев, 1997г.

19	-//-	Верхотин-ское (6 тр.) 90		Кимберлиты			0.000 -0.016									Изучение признано нецелесообразным 1997 г.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20	Субпровинция Балтийского щита. Зимнебережный район (периферическая зона	Кепинское поле (24тр). 1200	Кимберлитовый (железисто-титанистый)	Кимберлиты			0.2					5.94			.	I очереди
21	-//-	Чидвинское поле (4 тр.+ 80 перспек-тивных уч.) 300	Кимберлитовый (глиноземистый)	Кимберлиты				1.0			280.0	82.1			Обще-поисковая	Поисково-оценочные работы
22	-//-	Юрско-Двинская 350	Кимберлитовый (глиноземистый)	Кимберлиты				1.0			300					
23	-//-	Падунский уч., -7.0	Кимберлитовый (железисто-титанистый)	Кимберлиты			1.68				100					
24	-//-	Койдинская (Ручьевская) 6000	-//-	Кимберлиты			1.68				300					
25	-//-	Товская 750	Кимберлитовый	Кимберлиты											Обще-поисковая	
26	-//-	Летнеозерская 850	-//-	-//-			10				10.0				Обще-поисковая	
27	-//-	Дикоозерская 800	-//-	-//-			1.0				10.0				-//-	Площадь лицензирована
28	Субпровинция Балтийского щита (периферическая зона). Онежский кимберлитовый район	Ненокское поле (35тр.) 4500	Отсутствует	Оливино-вый мелили-тит			0.3				20.0				-//-	Изучение не целесоообразно из-за формац. принадл., поисковые работы проводятся ЗАО СГГК
29	-//-	Лайское поле	Кимберлитовый (зимнебереж-ный)	Кимберлиты			0.3				20.0				Шлиховые поиски, аэромагнит-ные съемки м-ба 1:10000 -1:50 000	Поисковые работы проводятся ЗАО СГГК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
30	Субпровинция Московско-Мезенской синеклизы. Сухоно-Двинская –Пинежская область	Усть-Пинежская 10 000	Кимберлиты (зимнебережный тип)	Кимберлиты	450		0.5				60.0				.Шлихоавя съемка, аэромагнитная съемка масштаба 1:25 000	Поисковые работыс 1995 г. проводятся ЗАО "ОГГК Терра"
31	-//-	Двинско-Пинежская	Кимберлиты мезозойского возраста	Кимберлиты			0.1				66.0					Поисковые работы проводятся ЗАО "Кратон"
32	-//-	Шенкурская	Кимберлиты герцинского возраста	Кимберлиты			0.1				64.0					
33	-//-	Устьянская	Кимберлиты мезозойского возраста	Кимберлиты			0.1				70				ГДП-200 000	
34	Тиманская минерагеническая зона. Северо-Тиманский р-он	Лачская 13 000	Кимберлиты (зимнебережный тип)	Кимберлиты			0.2-0.3				30.0				Шлиховая съемка	Общие поиски
35	-//-	* Великореченская 22.5	Уральский тип палеороссыпной	Кимберлиты		Открытый	0.1				1.58				Общие поиски	
36	-//-	* Белореченская 123.0	-//-	-//-			0.1				5.54				-//-	
37	-//-	* Волошская -I 80.0	-//-	-//-			0.1				2.16				-//-	
38	-//-	* Волошская –II 105.0	-//-	-//-			0.1				5.2				-//-	
39	Карская астроблема	** Карская астроблема 3000	Импактный тип	Тогамиты + зювиты	1300		20.0				84x 10^{12}					Поисково-оценочная III очередь

* Примечание: Оценка прогнозных ресурсов алмазов по категории P_3 приведена по данным В.А. Медведева, 1997 г.

** Примечание: Объемы руды взяты из книги "Импактные кратеры на рубеже мезозоя и кайнозоя", М.С. Мощак, 1990; Содержание алмазов в тогамитах и зювитах по Л.И. Лукьяновой, 1995 г.

Сводная таблица прогнозных ресурсов алмазов по территории
Республики Коми по состоянию на 01.01.2003 г.

№ п/п	Металлогеническая зона, бассейн, рудн. район, объект прогнозирования	Площадь объекта прогноза кв.км	Геолого-промышленный тип месторождения	Тип руды	Глубина прогноза м	Способ отработки	Средние содержания карат/т				Прогнозные ресурсы млн. усл. ед.				Завершенная стадия ГРР	Рекомендуемая стадия ГРР Очередность проведения работ
							P_3	P_2	P_1	C_2	P_3	P_2	P_1	C_2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
40	Тиманская минерагеническая зона. Средне-Тиманский район (Вольско-Вымская ветвь)	Умбинское кимберли-товое поле 4000	Кимберлиты (зимнебережный тип)	Кимберлиты	600		0.2				100				Поисковые работы не завершены	Поисковые работы
41	-//-	Ичет-Ю 90.0	"Уральский тип" палеороссыпь полиминеральный	Пески	200	Подзе-мный	0.025				0.45				ГС - 50	-//-
41а	-//-	Юго-восто-чный фланг Ичет –Ю 46.6	Россыпной кайнозойский	Пески	50	Откры тый	0.05				0.7				-//-	-//-
41б	-//-	Участок "Сидоров-ский" 5.9	"Уральский тип"		60	Подзе-мный, откры-тый	0.03				0.177				Поисковые работы	Поисково-оценочные работы
42	-//-	Участки Ыджет-Ю, Джин-Ю 125	Палеороссыпь "уральский тип"	пески	200	Закры-тый, откры-тый	0.025				0.625				ГС -50	Поисковые работы
43	Четласко-Обдырская ветвь	Обдырский участок 500	Кимберлитовый (зимнебережный тип)	Кимберлиты	600	Подзе-мный	0.3				50.0				Поисковые работы не завершены	-//-
44	Южно-Тиманский район	Вашкинска я 3500	-//-	-//-			0.3				50.0				Поисковые работы	

45		Вычегод-ско-Вишерская 3500	"Уральский тип" Вишерско-Чикманский тип	"Туффи-зит"											-//-		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
46		Вадьявож-ская 34	Россыпь кайнозойских депрессий	Пески	40.0	Откры тый	0.05				0.005				ГС-200	Поисковые работы
47		Немская	"Уральский", красновишерский (мезозойский)	"Туффи-зит"		Откры тый	0.3				50.0				-//-	-//-
48	Приуральская минерагеническая зона	Шарью-Заостренная 180.0	Лампроитовый (Австралийский эллендейлский)	Лампро-иты (Австралийск. Эллен-дейл)	200		0.2				4.0				АФС -200	-//-
49	-//-	Аранецкая	"Уральский" вишеро-чикманский	"Туффи-зит"			0.2									
50	-//-	Илычская	-//-	-//-			0.2									
51	-//-	Хартеская	-//-	-//-			0.2									

4.14. Фосфориты.

Республика Коми.

Фосфориты и фосфорсодержащие породы на территории Республики Коми распространены очень широко.

Проявления фосфоритов приурочены к двум группам фосфоритоносных формаций:

– платформенным глауконито- терригенным позднеюрского и ранне-позднемелового возрастов: Печорская минерагеническая зона (Максаро-Пижемская и Ижма-Кедвинская перспективные площади); Мезенская минерагеническая зона (Вымско-Веслянская перспективная площадь);

– геосинклинальным терригенно-карбонатным и карбонатно-кремнистым ордовикского, силурийского, девонского и каменноугольного возрастов: Полярно-Уральская минерагеническая зона (перспективные площади Естотинская, Харотская и Харутская).

Кроме этого, в Тиманской минерагенической зоне (Среднетиманский рудный район) фосфатные руды установлены в девонских бокситоносных корах выветривания (Заостровское фосфатно-бокситовое проявление).

В отложениях платформенного формационного типа фосфатные руды представлены преимущественно желваковыми (конкреционными) фосфоритами; в формации геосинклинального типа – конкреционными и микрозернистыми фосфоритами, а также вторичными фосфоритами, приуроченными к корам выветривания или к зонам брекчированных пород.

Наиболее перспективными являются проявления фосфоритов на Максаро-Пижемской площади и Заостровском проявлении.

Максаро-Пижемская площадь выделена в процессе ГСР масштаба 1:200 000. Она слагает юго-западный борт Ижма-Печорской впадины. Скопления фосфоритов залегают в слое глауконитовых алевролитов и глин верхней юры. Фосфоритовый слой по 10 обнажениям прослежен по простиранию на 30 км (при ширине площади 6 км).

Видимая мощность фосфоритоносных глин и фосфоритов от 0.8 до 7.4 м, в среднем не менее 4-х м. Данных о сгруженности фосфоритовых конкреций в слое нет, условно она принята за 50%. Глубина прогноза – 20 м (до кровли слоя). Содержание P_2O_5 в фосфоритовых конкрециях по двум анализам 22.91 и 11.74%.

Прогнозные ресурсы категории P_2 оценены в 720 млн. т. руды желваковых фосфоритов или 125 млн. т. P_2O_5.

Учитывая большие прогнозные ресурсы фосфоритов, благоприятные горно-геологические условия их залегания для открытой отработки и географо-экономическое положение (180 км от Северной ж/д и 45 км от пристани с. Усть-Цильма), данная площадь рекомендована для работ оценочной стадии (Топорков, 1999).

Заостровское проявление изучено на поисково-оценочной стадии буровыми скважинами и является комплексным фосфато-бокситовым. Расположено в 120 км к СЗ от месторождений бокситов Ворыквинской группы.

Залежь, представляющая собой кору выветривания рифейской сланцево-доломитовой толщи, шириной 1000-1200 м, прослежена на 5 км. Глубина залегания продуктивного горизонта постепенно увеличивается от 20-30 до 350-370 м. Продуктивная толща в верхней части залежи представлена пластом крандаллит-шамозит-диаспоровых бокситов, содержащих в среднем 7% P_2O_5, в нижней – крандаллит-апатит-шамозитовыми аргиллитами с 9.5% P_2O_5.

По данным лабораторно-технологических исследований руда пригодна для получения бокситофосфоритной муки (с 30% P_2O_5) и сложных удобрений: фосфатные аргиллиты для получения фосфоритного концентрата и попутно глинозема. Запасы категории C_2 – 77.1 млн. т. руды или 7.4 млн. т. P_2O_5, прогнозные ресурсы фосфоритов по категории P_1 – 16.2 млн. т. руды или 1.24 млн. т. P_2O_5.

В северной части проявления несколькими скважинами в карбонатных отложениях рифея на глубине 27-100 м вскрыты 2 пласта кремнистых микрозернистых фосфоритов мощностью 2.2 и 4.1 м, разделенных полутораметровым слоем аргиллита. Фосфоритовые слои представлены доломитоподобными и сланцеподобными породами с содержанием P_2O_5 – 26-35% (в составе франколита и фторапатита). В настоящее время ресурсный потенциал фосфоритов не используется.

Таблица

Сводная таблица запасов категории C_2 и прогнозных ресурсов фосфоритов

Минерагеническая зона, рудный район, перспективная площадь, проявление	Площадь объекта, км^2	Глубина прогноза, м	Ср. сод-ния P_2O_5,	Запасы и прогнозные ресурсы P_2O_5, млн. т.			
				C_2	P_1	P_2	P_3
Печорская мминерагеническая зона.							
1. Максаро-Пижемская площадь	180	100	17			125	
2. Ижма-Кедвинская площадь	36	100	14				45

Мезенская минерагеническая зона 3. Вымско-Веслянская площадь (Митякова, 1990, Топорков, 1999)	200		12				1 6 8
Тиманская металлогеническая зона. **Среднетиманский рудный район** 4. Заостровское П	6.5	37 0	9.4 5	7. 4	1.2 4		
Полярноуральская минерагеническая зона. Естотинская площадь Харотская площадь Харутская площадь	20 3 25	15 0 10 0 30 0	8 8 8			1. 7 0. 26	 1 3

Ленинградская область.

Известные месторождения фосфоритов на Северо-Западе РФ относятся к фосфатно-кварцевой формации. Оруденение представлено ракушняково-фосфоритовым типом. Руды приурочены к горизонту оболовых песков пакерортского горизонта, тремадокского яруса нижнего ордовика. Продуктивный горизонт протягивается в субширотном направлении вдоль ордовикского глинта по всей Ленинградской области. На востоке он уходит под девонские отложения, на западе – на территорию Эстонии. Все известные в настоящее время месторождения локализуются в пределах Кингисеппско-Волховской минерагенической зоны, в пределах которой прогнозные ресурсы имеются в Волосовском рудном узле.

По результатам поисковых работ (Саммет Э.Ю. и др., 1990г.) были выделены два участка для проведения поисково-оценочных работ: Молосковецкий и Елизаветинский, по которым и были подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_1 и P_2 (Ванчугов В.С., 1992 г.).

По качественным показателям фосфоритные руды этих участков превосходят Кингисеппское месторождение, на котором среднее содержание P_2O_5 составляет 6.6 %. Вместе с тем, горно-технические условия их отличаются в худшую сторону (меньшая мощность и большая глубина залегания). Единственным способом извлечения из недр руд может служить лишь метод скважинной гидродобычи.

Учитывая отсутствие других реальных источников и высокое содержание P_2O_5 в рудах выявленных перспективных участков, в 1989 г. были начаты поисково-оценочные работы, в первую очередь, на Молосковицком участке. В 1992 году поисково-оценочные работы были завершены. Данными работами было подтверждено наличие на глубине 95-120 м

выдержанного фосфоритного пласта средней мощностью 2-2.5 м, формирование которого связано с накоплением терригенного материала в мелководном бассейне. По сравнению с Кингисеппским месторождением выявляется преобладание более крупнозернистых фракций (особенно 0.5-1 мм), сопровождающееся возрастанием концентраций ракушки, обеспечивающее среднее содержание P_2O_5 в рудах 8-9 %.

В результате поисково-оценочных работ на Молосковицком участке были подсчитаны запасы категории C_2 и прогнозные ресурсы категории P_1 в северной и центральной площади. Подсчет запасов и ресурсов выполнен методом геологических блоков. Все контуры подсчета блоков опираются на опробование скважины.

Запасы категории C_2 подсчитаны в северной более продуктивной части залежи в трех блоках примерно одинаковых по площади, однородных по условиям залегания фосфоритного пласта. Запасы категории C_2 – 14 млн. т P_2O_5 при средней глубине залегания 130 м, мощности 2.21 м, содержание P_2O_5 –8.98 %, MgO –1.24 %.

Прогнозные ресурсы категории P_1 подсчитаны в двух блоках и составляют 12 млн.т P_2O_5 при средней глубине залегания 113 м, мощности 2.05 м; содержание P_2O_5 – 7.7 %, MgO –0.74 %. За контуром подсчета запасов и прогнозов фосфоритный пласт продолжается на север и запад с уменьшением мощности до 1-0.5 м, на юг и восток – со снижением P_2O_5 до 3-6 %.

Также были проведены технологические испытания руд по действующей схеме ПО «Фосфорит». Полученные данные свидетельствуют о легкой обогатимости руд Молосковицкого месторождения по качеству, но уступают по условиям залегания на глубинах, недоступных для отработки карьером. Возможности применения гидродобычи оцениваются положительно.

Таким образом, распределение прогнозных ресурсов (и запасов категории C_2) распределяются по объектам следующим образом:

Восточно-Кингисеппское рудопроявление – $C_2 = 3.7$; $P_1 = 10$ млн. т

Молосковицкое рудопроявление – $C_2 = 14$; $P_1 = 12$ млн. т

Елизаветинское рудопроявление – $P_2 = 10$ млн. т

Волосовский рудный узел – $P_3 = 30$ млн. т

4.15. Барит

Мурманская область.

Баритовые руды предоставлены Саллалатвинским месторождением, расположенным в пределах Ковдорско-Ловозерской минерагенической зоны.

Месторождение приурочено к одноименному массиву, сложенному ийолитами и карбонатитами.

Массив Салланлатва располагается в 20 км к югу от пос. Кайралы, в 65 км к юго-западу от железнодорожной станции Алакуртти, в 10 км от границы с Финляндией (Кандалакшский район). Вблизи массива проходит грунтовая дорога, по которой в течение многих лет в Финляндию вывозился лес. К поселку Кайралы подведена высоковольтная ЛЭП системы Колэнерго. В последние годы проложено асфальтовое шоссе Кандалакша – Алакуртти, улучшена и расширена грунтовая дорога Алакуртти – Кайралы – Салла (где уже действует пограничный переход). Начато асфальтирование этой дороги и намечено восстановление железнодорожной ветки Алакуртти – Кайралы – граница с Финляндией.

Площадь карбонатитового ядра, с которым связаны проявления различных полезных ископаемых, составляет 0.67 км^2. Общая площадь массива 5.3 км^2**.** Карбонатиты образуют трубообразную залежь с крутым падением, прослеженную бурением на глубину около 500 м. Барит-сидеритовые и барит-анкеритовые карбонатиты залегают в центральной части ядра и окаймлены ниобиевыми кальцитовыми карбонатитами. Коренные породы ядра перекрыты корами выветривания средней мощностью 14.2 м. На кальцитовых карбонатитах коры выветривания представлены дресвой с вермикулитом, магнетитом, луешитом ($NaNbO_3$) и пирохлором, на анкеритовых и сидеритовых – барит-лимонитовыми охрами («железной шляпой»). Коры выветривания, в свою очередь, закрыты сплошным чехлом четвертичных отложений (морена, пески) мощностью 2-7 м. Разработка и кор, и коренных карбонатитов возможна открытым способом.

В 1978-1988 г. г. на массиве Салланлатва в процессе общих поисков и поисково-оценочных работ на ниобий и барит пробурено 56 скважин (14.3 тыс. пог. м).

Барит генетически связан с поздними карбонатитами, представленными доломитовыми, анкеритовыми и сидеритовыми разновидностями. Все они сосредоточены во внутренней части карбонатитового штока, где образуют компактную залежь размером 0.8х0.4 км. Наибольшие концентрации барита характерны для сидеритовых карбонатитов (самых молодых). В кальцитовых карбонатитах периферических частей штока барит также местами отмечается, но всюду является наложенным. Переходы между всеми разновидностями поздних карбонатитов расплывчатые. Падение залежи вертикальное.

Помимо карбонатов Ca, Mg и Fe, а также барита, в поздних карбонатитах отмечаются: хлорит, магнетит, флогопит, пирит, франколит, редкоземельные карбонаты (анкерит, бербанкит), стронцианит, ильменит, галенит, сфалерит, халькопирит, гематит, пылевидная вкрапленность пирохлора.

Анкеритовые и сидеритовые карбонатиты из-за неотчетливых контактов можно условно разделить лишь по содержанию железа (граничным принято содержание $Fe_{общ.}$ 20 %). При этом среднее содержание $Fe_{общ.}$ в анкеритовых разновидностях составило 18 %, а в сидеритовых – 24 %, тогда как по содержанию компонентов-примесей они очень близки: P_2O_5 около 0.8 %, редких земель – 0.4 %, Nb_2O_5 – 0.08 %. Одинаковы они и по содержанию CO_2 (по 25 %).

Всего по баритсодержащим анкеритовым и сидеритовым карбонатитам пробурено 12 скважин, которые вскрыли их, начиная с самых верхних горизонтов и до глубины 350 м. Запасы по категории C_2 считались в геологических границах методом блоков до глубины 500 м.

Железоокисные охры, покрывающие поздние карбонатиты сплошным чехлом, имеют мощность от первых метров до 35 м (при средней мощности 14.2 м). Общая площадь «железной шляпы» составляет 246 тыс. $м^2$. Охры вскрыты 29 скважинами. Наиболее мощные и богатые баритом охры располагаются над сидерит-баритовыми карбонатитами в центре залежи. Содержание некоторых компонентов в таких охрах (%): SiO_2 – 3.6-4.3; Fe_2O_3 – 36-55; MnO – 2.7-3.6; BaO – 13-17; Nb_2O_5 – 0.07-0.15; TR_2O_3 – 0.7-1.5; SrO – 0.007-0.63. Потери при прокаливании 11-16.

Запасы барит-лимонитовых охр в целом сотавляют 12.9 млн. т (категория C_2) при средних содержания, (%): BaO – 8.01; барит – 13.0; $Fe_{общ.}$– 23.0.

По невыветрелым рудам Механобром в 1983 г. в лабораторных условиях по магнитнофлотационной схеме получен баритовый коцентрат сорта КБ-6 с содержанием барита 82.3 % при извлечении 82.2 %, выходе 12 %, с удельным весом 4.2, а также комбинированные барит-сидеритовые утяжелители (10-30 % сидерита в баритовом концентрате) с удельными весами 3.3-3.7 $г/см^3$. По заключению треста «Арктик-морнефтегазразведка» баритовые и комбинированные утяжелители Салланлатвы по качеству не уступают импортным.

Из кор выветривания по такой же схеме, но с предварительной отмывкой шламов (количество их 40 % от исходной руды), получен концентрат сорта КБ-3 с содержанием барита 91.13 % при извлечении от песковой фракции 89.8 % и удельным весом 4.29 $г/см^2$. Выход концентрата от песковой фракции 20 %, от руды – 12 %.

При расчете технико-экономических показателей за основу взята работа ИЭП КНЦ РАН 1987 г. «ТЭС целесообразности проведения предврительной разведки комплексных баритовых и редкометальных руд месторождения Салланлатва». Из пяти подсчетных блоков (I, II, А, Б, В) два блока с относительно бедными рудами (блок II – 8.9 % барита и блок В – 10.4 % барита) исключены, что дало возможность поднять среднее содержание барита в руде до 12.8 %.

Как показали расчеты ТЭП, учитывать баритовые руды Салланлатвинского месторождения необходимо. Глубину прогноза следует ограничить глубиной открытых работ (ориентировочно 300 м от поверхности). При этом количество запасов категории C_2 по типам руд составит:

Таблица

№№ или индекс блоков	Средние содержания, %		Запасы, млн. т.	
	Барит	$Fe_{общ.}$	Руда	Барит
Сидерит-баритовые руды				
А	14.4	22.34	21.1	3.0
Б	14.4	25.37	20.8	3.0
В	10.4	22.39	9.2	1.0
Итого	**13.8**	**23.58**	**51.1**	**7.0**
Барит-анкеритовые руды				
I	11.7	17.33	61.9	7.2
II	8.9	18.27	33.8	3.0
Итого	**10.8**	**17.66**	**95.7**	**10.2**
Всего по типам	**11.8**	**19.72**	**146.8**	**17.2**

Республика Коми.

Баритовое сырье сосредоточено в Собско-Пальникском баритоносном районе Полярно-Уральской минерагенической зоны. Здесь выделяются Хойлинское рудное поле с Хойлинским эксплуатируемым месторождением и Малохойлинским проявлением и Пальникское рудное поле с одноименным проявлением, где и сосредоточены практически все прогнозные ресурсы.

МПР апробированы прогнозные ресурсы категории P_1 в количестве 7 млн. т. только на флангах и глубоких горизонтах Хойлинского месторождения.

Малохойлинское проявление является юго-западным продолжением Хойлинского месторождения и оценено на стадии поисково-оценочных работ.

Оруденение представлено четырьмя пластообразными залежами промышленного масштаба и рядом линзовидных тел кремнисто-баритовых руд, залегающих согласно в терригенно-сланцевой толще среднего девона. Протяженность тел по простиранию от 250 до 1200 м, по падению – 350 м, мощность – от 1.3 до 5.9 м. Руды относятся к кремнисто-баритовому типу. Содержание $BaSO_4$ – от 20 до 80%, среднее – 45.9%, SiO_2 – 42.5%, свинца – 0.005%, цинка – 0.02%. Данный состав руды соответствует требованиям ТУ 48-38-02-04-85/0 для сырья, используемого на предприятиях ЧМ для выплавки спецсталей, ферросплавов и модификаторов. По данным НИИ Металлургии (г. Челябинск) требования к сырью следующие: $BaSO_4$ – не менее 35%, суммарное содержание $BaSO_4$ и SiO_2 не менее 80%, свинца и цинка не более, чем по 0.5%.

Запасы руды по категории C_2–7,75 млн. т., $BaSO_4$ – 3.6 млн. т. при среднем содержании $BaSO_4$ – 45.9%.

Прогнозные ресурсы мелких тел, изученных единичными пересечениями, категории P_1 составляют: руды – 1.5 млн. т., $BaSO_4$ – 0.77 млн. т. при среднем содержании 50.8%.

Пальникское проявление расположено в 40 км южнее Малохойлинского. Изучено на стадии поисковых и незавершенных поисково-оценочных работ. Баритоносный горизонт отличается устойчивостью и прослежен по простиранию на 2150 м, по падению до 185 м при мощности от нескольких метров до 25м. Руды монобаритовые и кремнисто-баритовые. Содержание $BaSO_4$ в первых – 71.95-81.35%, во вторых – от 28 до 55.2%.

Технологические испытания руд на 2-х пробах институтом АЗНИИбурнефть (1969) показали пригодность их для получения баритового утяжелителя высших сортов путем гравитационного обогащения.

Прогнозные ресурсы удовлетворяют браковочным кондициям и составляют категории P_1: руды – 7.3 млн. т., $BaSO_4$ – 3.2 млн. т.; категории P_2: руды – 1.73 млн. т., $BaSO_4$ – 0.64 млн. т.

Значительные перспективы остаются за территорией, примыкающей с СВ и ЮЗ к проявлению, где прогнозные ресурсы категории P_2 оценены в 10.7 млн. т. руды, $BaSO_4$ – 4.5 млн. т.

Таблица

Сводная таблица запасов и прогнозных ресурсов баритовых руд

Минерагеническая зона, рудный район, проявление	Площадь объекта, км^2	Глубина прогноза, м	Ср.содержание $BaSO_4$, %	Запасы и прогнозные ресурсы $BaSO_4$, млн.т.		
				C_2	P_1	P_2
1	2	3	4	5	6	7
Полярно-Уральская минерагеническая зона: **Собско-Пальнинский рудный район:** Хойлинское рудное поле: Малохойлинское проявление	1.0	150	45.9	3.6	0.77	
Пальникское рудное поле: Пальникское проявление	0.74	200	43.7		3.2	4.5 0.6

Архангельская область.

Наболее значимое баритовое проявление – Карское – расположено на правом берегу среднего течения р. Кары в Карском баритоносном узле Вайгач-Пайхойской минерагенической зоны. Изучено в процессе ГСР 1:50 000. Баритовая залежь приурочена к массивным известнякам, залегающим в кровле серпуховского яруса нижнего карбона. Залежь имеет пластовую форму и вместе с вмещающими породами смята в складки. Прогнозные ресурсы категории P_2 при мощности 2.5 м, среднем содержании $BaSO_4$ – 85 %, до глубины 100 м составили 2.5 млн. т $BaSO_4$.

Ряд аналогичных баритовых проявлений прослежен на протяжении 5.5 км, что позволило оценить прогнозные ресурсы на всей площади рудного поля (33 км^2) категории P_3 в количестве 7.5 млн. т $BaSO_4$ при среднем содержании $BaSO_4$ – 52 %.

Бариты Карского рудного поля могут представлять интерес для химической промышленности, т. к. содержание вредных примесей в них незначительно.

В связи с открытием и началом разработки крупного Хойлинского баритового месторождения, обеспечивающего промышленность на многие десятилетия, в настоящее время изучение данной площади не является актуальным.

4.16. Асбест

Республика Карелия.

В Онежской минерагенической области выделяется перспективный на асбест Повенецкий рудный узел, в пределах которого обособлены три рудных поля – Западное, Центральное и Челмужское.

В результате проведения специализированных поисковых работ (Белов, 1994) в пределах Западного рудного поля выявлены три проявления: Краснополянское, Сапеницкое и Повенецкое. В Центральном рудном поле известно проявление Лобское и в Челмужском – большое количество пунктов минерализации щелочного амфибол-асбеста.

Асбестовая минерализация приурочена к карбонатизированным аргиллитам и алевролитам нижней терригенно-карбонатной пачки верхнетуломской подсвиты нижнего протерозоя; в структурном отношении – к брахиантиклинальным складкам северо-западной ориентировки. Характеристика проявлений асбеста приведена ниже.

Таблица

Название проявлений	Мощность зон асбестиза-ции, м	Средневзвешанное содержание амфибол-асбеста, г/т
Краснополянское	1.2-79.2	143-16628 (1900)
Сапеницкое	11-25 до 55-88	1300-5300 (1900)
Повенецкое	7.7 – 83.2	432 – 3916 (1900)

Выделяются две формы проявления щелочного амфибола: игольчатая и волокнистая. Последний является основным рудным типом, образуя прожилки, жилки, линзы, гнезда и мономинеральные агрегаты крайне не выдержанные по размерам: в длину до десяти сантиметров при мощности от 0.5 –1.0 до 5-10 см, редко более. По типам волокна выделяются продольно-, косо- и поперечно-волокнистые разновидности асбеста.

По результатам химического анализа асбест соответствует магнезиальному рибекит-асбесту. От родусит-асбестов Кумолинского и голубого асбеста Азкизского месторождений он отличается очень низким содержанием закисного железа, пониженными коэффициентами железистости и основности, а также высокой степенью окисления железа.

Всего в пределах северо-восточного крыла Онежской структуры обнаружено 53 пункта асбестовой минерализации, видимой мощностью от нескольких метров до 80-90 м и с содержанием асбеста от тысячи до девяти тысяч г/т. Возможности обнаружения месторождений щелочного амфибол-асбеста среди корбанатно-глинистых пород туломозерской свиты в районе практически неограничены.

При изучении сорбционных свойств асбестоносных доломитов (Климов, 1998) было доказано, что Mg-рибекит-асбест не является канцерогенным и может с успехом быть использован при очистке вод от радионуклидов, а также для безопасного захоронения радиоактивных веществ. В работе приводятся данные экспериментов, из которых видно, что степень очистки асбестом выше, чем у любых природных сорбентов, даже выше цеолитов. Существенным также является тот факт, что применяемые сейчас синтетические сорбенты хуже и гораздо дороже природных. Потребность в сорбентах очень велика. Только для очистки загрязненными радионуклидами вод в Европейской части России эта потребность составляет 45 тыс.т в год. Таким образом, оценка прогнозных ресурсов приобретает весьма важное значение. По Повенецкому рудному узлу предлагаются прогнозные ресурсы асбеста, апробированные в ТКП ГГП «Севзапгеология» и утверждены НТС СЗРГЦ Протоколом от 29 декабря 1998 г.

Таблица

Таблица прогнозных ресурсов асбеста

Рудная формация	Наименование	Категория	Количество тыс.т.	Среднее содержа-ние кг/т	Глубина подсчетам
Родусит-асбест-альбит магнезиально-карбонатная	Повенецкий рудный узел	P_3	400	2.0	200
	Западное рудное поле	P_2	160	1.9	100
	Краснополянское проявление	P_1	95	1.9	100
	Сапеницкое проявление	P_1	18	1.9	100
	Повенецкое проявление	P_1	4	1.9	100
	Центрально-Восточное рудное поле	P_3	134	1.9	100
	Лобское проявление	P_2	60	1.9	100
	Челмужское рудное поле	P_3	40	1.9	100
	Итого по Повенецкому рудному узлу:	P_1	117		
		P_2	220		
		P_3	574		

4.17. Слюда-мусковит

Республика Карелия.

В 2001 г. в районе Чупинской ПОФ выявлено проявление Восточная Хизоваара маложелезистого мусковита и чистого кварца. Проявление приурочено к толще кварц-кианит-мусковитовых сланцев, участками с гранатом, фукситом, рудными минералами (пиритом, молибденитом). Текстура пород сланцевая, очковая, полосчатая, структура средне—крупнозернистая. Минеральный состав сланцев следующий: мусковит 20-50 %, кварц – 40-70 %, кианит – 3-4 %, плагиоклаз – 2-3 %, акцессории – хлорит, апатит, биотит, диопсид, роговая обманка, рутил, молибденит, магнетит. Мусковит отличается высокой чистотой. Визуально – это прозрачные, бесцветные, иногда желтовато-зеленоватые кристаллы размером до 2-3 мм. Содержание железа по данным химических анализов 0.5-0.7 % (мусковит пегматитовых жил 2-4 %). Скважинами установлено устойчмвое развитие сланцев до глубины 70-80 м от поверхности. Установленная мощность продуктивной толщи по профилю составляет около 200 м. Строение толщи весьма неоднородно. По скважинам отмечены прослои кварцевых сланцев с мусковитом, фукситовых сланцев, кианитовых кварцитов. У восточного контакта кварц-мусковитовых сланцев с гранатовыми амфиболитами отмечена зона окварцевая с развитием кварцевых жил. В зоне окварцевания обильная пиритовая минерализация прожилкового и вкрапленого типа. Убога рудная минерализация отмечена во всей толще. По минеральному составу эти сланцы близки к березитам. Вероятно, развитие их по кислым вулканитам риодацитового состава.

Запасы категории C_2 подсчитаны по южной залежи в контуре скважин 1, 2, 3, 5, 6, до глубины 70 м от поверхности. Содержание мусковита по блоку 17.1 %, запасы руды подсчитаны в количестве 4.5 млн. т запасы мусковита категории C_2 – 766 тыс. т. Прогнозные ресурсы категории P_1 оценены в пределах, установленных с поверхности и по скважинам геологических границ полезной толщи за пределами контура подсчета запасов до глубины 70 м. Содержание мусковита принято как для запасов категории C_2. Прогнозные ресурсы мусковита категории P_1 для Южной залежи оцениваются в 3.5 млн. т. Для Северной залежи ресурсы мусковита оценивались до глубины 50 м в пластовом теле мощностью 40 м, протяженностью 150 м. Прогнозные ресурсы мусковита здесь составляют 150 тыс. т категории P_1. Общие запасы и ресурсы мусковита месторождения Восточная Хизоваара составляют по категории C_2+P_1 – 4415 тыс. т.

По результатам технологическим исследований доказана легкая обогатимость руд гравитационным методом: на концентрационном столе из фракции – 1+0.1 мм, содержащей 32.5 % мусковита, получен концентрат с содержанием мусковита 97 % при извлечении 85 %. Содержание основного лимитируемого компонента железа составило

0.60 %. Мусковитовый концентрат отличается повышенным содержанием лантана, стронция, бария. В соответствии с ГОСТ 30108-94 концентрат относится к 1 группе и может использоваться во всех видах строительства без ограничений.

4.17. Тальк

Месторождения и проявления талька на Северо-Западе России известны только в Карелии. По своему качеству и генезису они относятся к гипербазитовому промышленному типу, подтипу «тальковый камень».

К настоящему времени прогнозные ресурсы подсчитаны по 9 проявлениям тальковых руд, почти все из них обнаружены попутно при проведении геологосъемочных работ, все не разведаны и геологически недоизучены. Наиболее достоверными являются данные по проявлениям: Повенчанка, на котором закончены поисково-оценочные работы и рекомендуется проведение предварительной разведки; Светлоозерскому – площадь которого детально изучена поисковыми работами на никель; и Игнойла, на котором проведены поиски.

Проявление Повенчанка расположено в Медвежьегорском районе, в 45 км к северо-востоку от речного порта в пос. Повенец на Онежском озере (в 100км от Повенца по существующим автодорогам, 70 км по грунтовой и 3 км по шоссе с асфальтобетонным покрытием). Район экономически не освоен, промышленных предприятий, кроме леспромхозов, в этой части района не имеется. Проявление находится в пределах зоны сочленения северной и восточной ветвей Рыбозерской структуры Южно- Выгозерского синклинория, в одноименном рудном узле. Оно локализовано в ультрамафитах, где тальковые руды слагают большую их часть. Вмещающими для ультрамафитов являются кварц-плагиоклаз-эпидот-хлоритовые, кварц-серит-плагиоклазовые и другие сланцы верхней толщи вожминской серии верхнего лопия. С поверхности месторождение перекрыто сплошным чехлом четвертичных отложений мощностью от 6 до 14 м, в среднем 9 м. В восточной части месторождения установлена кора выветривания мощностью до 3.6 м, представленная буровато-желтыми глинами (0.6м), постепенно переходящими в дезинтегрированные тальковые руды. Ультрамафиты почти нацело изменены и более чем на 80 % сложены тальковыми рудами.

Месторождение разделено на три залежи: Восточную, Центральную и Западную, имеющие пастообразную форму, крутое падение (75-80º) на северо-запад и субширотное простирание.

Восточная залежь, вскрытая 4 скважинами, имеет протяженность 550 м, ширину выхода 50-150 м. прослежена по падению на глубину 170 м без признаков выклинивания и сложена нацело тальковыми рудами выдержанного качества.

Центральная залежь вскрыта 7 скважинами, протяженность её составляет 600 м, ширина выхода 150-250 м , на глубину прослежена более 200 м . Руды не отличаются однородностью качества.

Западная залежь выделена по данным магниторазведки, скважинами не изучалась.

Главным компонентом руд является тальк, содержание которого варьирует от 30 до 80 %. Он представлен мелкочешуйчатыми агрегатами с гнездами крупных чешуй до 1 мм.

Технологические испытания 2-х лабораторных проб тальковых руд показали возможность их обогащения по флотационно-магнитной схеме с получением высококачественного безреагентного микроталька с белизной 83.5-86.5 %. Тальковые концентраты соответствуют микротальку марки МТ–ЭГС–I, используемому в лакокрасочной и целлюлозно-бумажной промышленности в качестве наполнителя бумаги. Выход талькового концентрата составил 27.9 и 40.3 %, извлечение – 50.5 и 60.7 %, что свидетельствует о высоких показателях обогащения руды.

После доработки технологии флотации (снижение содержания CaO до 0,5%) концентраты пригодны для производства резинотехнических изделий и пластмасс, а также в керамической промышленности как тальк марки МТК-27. Микротальк марки МТ-ЗГС-2 применим в лакокрасочной промышленности. Тальковые руды и их концентраты относятся к экологически чистым типам сырья.

По масштабам развития тальковых руд проявление Повенецкое относится к крупным.

Подсчет запасов выполнен в обобщенном контуре, включающем прослои пустых пород. Кондиции не разрабатывались. Контур запасов определен на основании геологических разрезов и по данным магниторазведки. В восточной и центральной залежах запасы C_2 подсчитаны методом геологических блоков. Для Восточной залежи они составили 17.0 млн. т, для Центральной – 20.0 млн. т.

Западная залежь, выделенная по геофизическим данным, на основании геологически обоснованной экстраполяции рудных тел, оценена по категории P_1 в количестве 11.0 млн.т.

Общие запасы (С2) и прогнозные ресурсы (P_1) по проявлению Повенчанка до глубины 100 м составляет 48.0 млн. т руды.

Рекомендуется составление ТЭО с проведением предварительной разведки в дальнейшем.

Светлоозерское проявление находится в Медвежьегорском районе, в 55 км к юго-востоку от пос. Валдай, по грунтовой дороге. В пос. Валдай, расположенном на юго-восточном окончании Выгозера и входящем в трассу Беломорско-Балтийского канала. В поселке построен причал, специально оборудованный для транспортировки леса, принимающий суда класса река-море, средней тоннажности. Район экономически не освоен, кроме леспромхозов, промышленных предприятий не имеет.

Светлоозерскре проявление карбонат-тальковых руд расположено в пределах Западно-Светлоозерского массива Каменноозерского рудного узла. Проявление представлено тремя крутопадающими пластообразными залежами: Южной (мощностью 30-150м, длина до 800 м), Восточной (мощностью 5-150 м, длина до 2 км) и Центральной (мощностью 40 –120 м, длина до 1 км). Последняя наиболее перспективна для отработки, имеет сравнительно простое строение, выдержанную мощность, характеризуется однородностью качества сырья и благоприятными горнотехническими условиями.

По минеральному составу полезная толща представлена карбонатно-тальковой породой (тальк 45-60 %, магнезит 20-30 %, примеси: хлорит + амфибол + серпантин + магнетит +сульфиды 10-20 %).

Качество полезной толщи и продуктов её обогащения изучено во ВНИИНеруде на материале 3-х лабораторно-технологических проб весом 48.5/62 кг и трех штуфных образцов. Содержание нерастворимого в соляной кислоте остатка, приравниваемого к содержанию талька, составило от 55.0 до 55.08 %, белизна породы составляла 54.7-68 % по лейкометру. Последний показатель гораздо выше, чем у шабровского сырья на тальк.

По комбинированной магнитно-флотационной схеме с безреагентной флотацией в голове процесса из материала лабораторных проб был получен тальковый концентрат с содержанием талька – 86-92 % и белизной – 71-81 %. Выход концентрата составил – 27-39 %, извлечение – 46.4-64.7 %. После микронизации извлеченного продукта до требований бумажной и лакокрасочной промышленности белизна талькового концентрата составила – 80-87 %.

Сравнение показателей качества полученных концентратов с требованиями ГОСТ-ов на тальковую продукцию для резиново-технической, радио-, электрокерамической, лакокрасочной и бумажной промышленностей показало их соответствие и высокое качество концентратов.

В ПТЭС (1989 г.) рассмотрен вопрос об использовании отходов обогащения тальковых руд для получения магнезита, в качестве минерального порошка для асфальтобетонных смесей и наполнителя в производстве линолеума и резины.

Оценка прогнозных ресурсов выполнена для Восточной и Центральной залежей. Для Восточной залежи ресурсы тальковых руд по категории P_2 составили 7.0 млн. т до глубины 100 м при длине залежи 500 м и средней мощности 50 м.

Центральная залежь имеет дугообразную форму, её длина 1 км, мощность от 40 до 120 м (в раздуве), в среднем – 60 м. Залежь прослежена на глубину 300 м и более. В пределах неё выделены блоки I – IV. В первом блоке подсчитаны запасы (C_2) в количестве 3.0 млн. т до глубины 50 м, в блоках II – IV прогнозные ресурсы категории P_1 равны 13.0 млн. т в интервале глубин 50 – 150 м. На проявлении в пределах блока I Центральной залежи рекомендуется проведение предварительной разведки.

Таким образом, запасы и прогнозные ресурсы карбонат-тальковых руд на Светлозерском проявлении составляет 23 млн.т.

Горнотехнические и гидрогеологические условия отработки будущего месторождения предполагаются благоприятными для открытого способа. Мощность четвертичных отложений от 3 до 42 м, при отработке до глубины 150 м коэффициент вскрыши составит около 2 тыс. т.

Рекомендуется организовать конкурс на право дальнейшего геологического изучения Светлоозерского проявления карбонат-тальковых руд с одновременной разработкой.

Проявление Игнойла находится в экономически развитом Суоярвском районе, приблизительно в 10 км к западу и юго-западу от ст. Хаутавара ж.д. линии Петрозаводск – Суоярви. Проявление приурочено к серпентинитовому массиву, вытянутому в северо-западном направлении на 25 км. По данным магниторазведки массив субширотными разломами разбит на Северный, Центральный и Южный блоки, размерами соответственно 1100 х 200 – 300м, 700 х 500м и 650 х 200 м.

В пределах Центрального блока тальковые руды образуют 2 залежи протяженностью 350 и 300 м без признаков выклинивания. Обе залежи перекрыты четвертичными отложениями мощностью от 1.0 до 18.0 м. Поэтому горнотехнические условия возможной отработки проявления представляются неблагоприятными.

Полученный концентрат по качеству аналогичен Светлоозерскому, выход концентрата составил 26.9 %, извлечение талька – 43.2 %. Однако все технологические показатели не являются окончательными, поскольку объекты геологически недоизучены, выдержанность качества руд не установлена. Тальк пригоден для использования в

лакокрасочной и целлюлозно-бумажной промышленности, белизна талька 80.0 – 84.9 %. До глубины 100 м на рудопроявлении оценены прогнозные ресурсы категории P_1 в количестве15.0 млн.т.

Таблица

Таблица прогнозных ресурсов талька

Рудная формация	Название месторождений и рудопроявлений	Категория	Кол-во млн.т.	Среднее содержа-ние %	Глубина подсчета, м
Карбонат-тальковая	Светлоозерское проявление	C_2 P_1 P_2	3.0 13.0 7.0	35 -//- -//-	50 150 100
	Проявление Повенчанка (Рыбозерское)	C_2 P_1	37.0 11.0	35	100 100
	Проявление Игнойла	P_1	15.2		100

4.19. Графит

Разведанных и эксплуатируемых месторождений графита на Северо-Западе нет. Целенаправленные на графит геологоразведочные работы начали проводиться в Республике Карелия в северо-западном Приладожье в начале 80-х годов, в результате которых было открыто Ихальское проявление.

Ихальское проявление расположено в Лахденпохском районе в 40 км юго-западнее г. Сортавала. Здесь выявлено 7 графитопроявлений суммарной площадью 29 км^2. На участках V и VII проведены поисковые работы, а на участке IIIа – поисково-оценочные, включающие комплекс геофизических методов разведки, проходку, горных выработок и бурение скважин (Степанов, 1995).

Проявление представляет собой единую крутопадающую залежь кварцево – полевошпато-биотитовых графитсодержащих сланцев. Наиболее перспективным является участок Детальный IIIа, расположенный в 1-2км от железной дороги Санкт-Петербург–Сортавала–Петрозаводск. Горнотехнические условия благоприятны для открытой разработки, средний коэффициент вскрыши при глубине карьера 100 м составит 0.7-1.0м^3/м^3. Рыхлая вскрыша, представленная четвертичными отложениями, имеет мощность от 1 до 13 м. Гидрологические условия предполагаются простыми. Рудная

залежь участка представлена крутопадающим пластообразным телом мощностью от 100 –150 м до 400 – 450 м, длиной по простиранию 1700 м, по падению - до 100 м без признаков выклинивания и разубоживания.

На участке оценены запасы C_2 и прогнозные ресурсы P_1. Запасы (C_2) определены в трех подсчетных блоках в количестве 81.4 млн.т. руды до глубины 120м при среднем содержании углерода 3.01 %. В том числе в блоке I запасы составили 64.8 млн.т (при $C_{ср.}$ – 3.025 %, бортовое содержание графитного углерода 2 %), что достаточно для эксплуатации его в течение 50 лет. По форме и внутреннему строению этот блок наиболее удобен для разработки.

Прогнозные ресурсы категории P_1 оценены в 124 млн. т. до глубины 170 м при среднем содержании углерода 3.07 %. Итого запасов (C_2) и прогнозных ресурсов ($P_{1)}$ на участке IIIа – 205.4 млн.т.

Участок VII, площадью 1.65км^2, вытянут в широтном направлении. Протяженность рудной залежи по простиранию 2100 м, мощность 250-400 м. Залегание залежи субвертикальное. Прогнозные ресурсы категории P_2 составляют 150 млн.т. при средних содержаниях графита 2.12 % (колебания от 0.8 до 4.1 %).

Участок V имеет площадь 1.4 кв.км. Протяженность рудной залежи по простиранию 1700 м, по падению 100 м, мощность от 200 до 500 м. Содержание графитного углерода по данным химических анализов колеблется от 0.1 до 8.2 %, в среднем 2.79 %. Прогнозные ресурсы категории P_1 составляют 112 млн.т до глубины 100 м.

Итого по Ихальскому проявлению запасы (C_2) и прогнозные ресурсы (P_1) графитовых руд составили 467 млн.т.

Таблица

Запасы и прогнозные ресурсы графита Ихальского месторождения

Рудная формация	Название месторождений	Катего-рия	Кол-во млн.т. руды (С)	Среднее содержа-ние, % С	Глубина подсчета, м

Графитосодер-жащие гнейсы и сланцы	Ихальское проявление	P_2	81 (2.4)	2.93	100
	Участок III а	C_2 P_1	81.4 (2.5) 124 (93.8)	3.01 3.07	120 170
	Участок V	P_1	112 (3.1)	2.79	100
	Участок VII	P_2	150 (3.2)	2.12	100

Выполненные в лабораторных условиях технологические испытания графитовых руд (Завальевский графитовый комбинат) показали возможность получения графитовых концентратов с содержанием углерода 86.83 – 91.01 % при извлечении его в концентрат 93.6 – 97.5 %.

Полученные марки графита ГТ-1, 2, 3 отвечают требованиям ГОСТа 4596-75 (графит тигельный), ГЭ-1, 2, 3, 4 – требованиям ГОСТа 7478-75 (графит элементный крупный и мелкий), кроме того, качественные показатели концентратов обеспечивают получение литейного графита (ГЛ-1, 2, 3) из всех проб.

В настоящее время, когда Завальевский комбинат, являвшийся основным поставщиком качественной графитовой продукции, оказался за пределами России, разведка и освоение Ихальских проявлений графита является актуальной. Рекомендуется включить его в список объектов лицензирования, провести предварительную разведку (дет. уч. IIIа) с попутными добычными работами. До этого необходимо провести арбитражный контроль результатов проб на графитный углерод, выполнить необходимый объем технологических испытаний руд различных типов, разработать ТЭС целесообразности предварительной разведки. По основным показателям (среднее содержание углерода, извлечение графита в концентрат, содержание графита в концентрате, выход концентрата и др.). Ихальское проявление превосходит все месторождения чешуйчатого графита из имеющихся в России и может служить основой для создания новый сырьевой базой графита как в Республике Карелия, так и на СЗ России.

4.20. Цеолиты.

Республика Коми.

Цеолиты Республики Коми являются новым нетрадиционным перспективным сырьем многоцелевого назначения.

Выделена Тиманская цеолитоносная провинция, которая включает в себя Вымскую перспективную площадь и Веслянское проявление, составляющие Вымский рудный узел.

Цеолитоносные породы распространены в терригенно-карбонатных отложениях верхней перми и представлены пелитолитами, реже мергелями, изредка более чистыми карбонатами, в которых цеолит присутствует в виде анальцима. Анальцимсодержащие породы насыщены обильными включениями оолитов и ооидов размерами от микроскопических до 2 мм. Количество их в породе колеблется от 20 до 60%. Анальцим -низкопористый с размером пор 0.26 мм, в отличие от среднепористых цеолитов (клиноптилолит 0.41-0.62 мм) и с этим связана его относительно невысокая адсорбционная способность.

Цеолитоносные породы вскрыты шурфами. Площадь развития продуктивных отложений составляет 500 км^2. При мощности продуктивного пласта 5.0 м, содержании цеолитов 40%, плотности пород 2.4 т/м^3 и коэффициенте достоверности 0.7 прогнозные ресурсы категории P_2 составили 1.68 млрд. т. По масштабам данная цеолитоносная площадь сопоставима с цеолитопроявлениями Восточно-Уральской, Тунгусской и Ленской цеолитоносных провинций.

ЦНИИ Геолнеруд исследованы две пробы весом по 60 кг (навески из 2-х валовых проб). Установлены следующие – минеральный состав (%): анальцим (20), кварц (18), глинистые минералы (62); химический состав: SiO_2 – 60.97, TiO_2 – 0.88, Al_2O_3 – 16.74, Fe_2O_3 – 7.19, FeO – 0.25, MnO – 0.03, CaO – 0.69, MgO – 1.00, Na_2O – 3.06, K_2O – 2.03, T_2O_5 – 0.10, $SO_{3\ общ.}$ – 0.05, ппп – 6.7. Общее содержание полезных компонентов, обладающих адсорбционными свойствами, составляет 55% (анальцим – 20, монтмориллонит – 35). Анальцим ($Na\ [AlSi_2O_6]\cdot H_2O$) обладает способностью легко разлагаться даже в слабых кислотах с выделением геля кремнезема, глинозема и окиси натрия, что позволяет его рассматривать как перспективный источник Al_2O_3 (нормативно 23.29%), кремнезема (нормативно 54.47%) и содопродуктов (нормативно Na_2O – 14.07%).

В результате проведенных работ определены направления использования анальцимсодержащих пород в качестве фильтрующего материала для очистки хозпитьевых вод на водозаборных сооружениях и в качестве минерального компонента органо-минеральных удобрений, а также намечены направления дальнейших исследований с целью выяснения их влияния на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и в животноводстве для повышения продуктивности.

Калининградская область.

Выявленный в Калининградской области Прибалтийский цеолитоносный район входит в состав Восточно-Европейской цеолитоносной провинции. Цеолиты обнаружены здесь в отложениях различного возраста от средней юры до палеогена включительно. Наиболее высокие их концентрации установлены в отложениях лермонтовской свиты оксфордского яруса верхней юры, сложенных в основном алевритами и алевролитами на глинистом цементе. Залегают эти породы на глубине от 169 до 216 м. Мощность цеолитных пород до 50 м, в среднем 30 м. Цеолиты в оксфордских породах присутствуют почти повсеместно, как на площади, так и в вертикальном разрезе. Цеолит представлен клиноптилолитом. Его содержание в породе изменяется от 15-20 до 35-40 %. Рентгено-фрактометрическим анализом установлено, что наибольшее содержание клиноптилолита (от 25-30 до 50-55 %) содержится во фракции 0.1 мм, которая составляет до 41 % породы. Исходя из этого, к подсчету прогнозных ресурсов категорий P_1 и P_2 принят понижающий коэффициент 0.5 и 0.3.

В 1992-93гг. в результате проведения поисковых работ (Загородных, 1998) выявлено Усть-Неманское проявление площадью 60 кв. км. Подсчитаны прогнозные ресурсы по категории P_1 со следующими параметрами: средняя мощность полезной толщи 30 м, среднее содержание клиноптилолита 30 %, плотность пород 1.6 т/м^3, понижающий коэффициент 0.5.

В качестве перспективной оконтурена площадь распространения отложений оксфорда размером 3000 кв. км с содержанием клиноптилолита 30 %. На этой площади подсчитаны прогнозные ресурсы категории P_2 по тем же параметрам, но с понижающим коэффициентом 0.3.

Главной отрицательной чертой калининградских цеолитов является их глубокое залегание и сильная обводненность, в связи с чем отработка их открытым или шахтным способом невозможна.

Вопрос о возможности применения технологии скважинной гидродобычи рассматривался в кооперативе «Кларк», организованном при Московском Горном институте. Сделано заключение, что горногеологические параметры продуктивной толщи позволяют применить скважинную гидродобычу с использованием гидроэлеваторного и эрлифтного подъема руды.

4.21. Огнеупорные и тугоплавкие глины.
Республика Коми.

Каолиновые глины и маложелезистые бокситы являются основными компонентами огнеупорного сырья, оцененные и разведанные запасы которого сосредоточены в пределах Среднетиманского бокситового района, а преспективы прироста – в Южнотиманском рудном районе.

Высокоглиноземистые (высокомодульные), маложелезистые огнеупоры (белые бемитовые сублатеритные бокситы) известны на Вежаю-Ворыквинском и Верхне-Щугорском месторождениях бокситов Средне-Тиманского рудного района, их характеристика приведена выше (стр.).

К перспективным площадям каолинитовых глин относятся, в первую очередь, Пузлинское проявление Тимшерско-Пузлинского рудного поля и Кедва-Ваповское рудное поле в Южно-Тиманском рудном узле.

Наиболее изученным является **Пузлинское проявление**, расположенное на левом берегу р. Вычегды, в 5 км западнее п. Пузла. Каолиновые глины, связанные с отложениями визейского яруса нижнего карбона, залегают в виде пласта мощностью от 2.4 до 3.9 м, иногда до 6 м на глубине от 15.2 до 25.6 м. Имеются участки, где глубина залегания составляет от 3 до 15 м.

Поисковые работы на проявлении проводились в 1991 г. Вычегодской ГРЭ ООО «Плярноуралгеология». Содержание каолинита в глинах изменяется от 63.7 до 95%, преобладают значения 75-85%, Al_2O_3 – 35-38%, Fe_2O_3 – 0.42-1.97%, TiO_2 – 1.4-2.4%.Сырье низко- и среднедисперсное, умеренно пластичное, огнеупорное. Формовочная влажность 13.5-28.0%, усадка воздушная – 2-4%, огневая – 4.6%. При обжиге до 1350°С цвет черепка, в основном, белый. По заключению лаборатории химии и физики твердого тела Коми НЦ УрО РАН сырье пригодно для производства огнеупоров, строительной сантехкерамики, а при обогащении и отбелке может быть использовано в тонкокерамической и бумажной промышленности. При производстве тонкокерамических изделий единственным параметром, ухудшающим качество каолиновых глин, является высокое содержание Fe_2O_3 (0.42-1.97%) и TiO_2 (1.4-2.4%), которое может быть снижено при обогащении. С другой стороны, повышенное содержание TiO_2 является положительным при получении отбеленных каолинов для целлюлозно-бумажной промышленности. Каолинит Пузлинского проявления имеет белизну порядка 50-55%, в то время как для производства бумаги требуется белизна

70-90%. Проведенными исследованиями в той же лаборатории разработана предварительная схема отбелки каолинитов, которая создает практически безотходную экологически чистую технологию отбелки каолинитов.

Лабораторные испытания, проводимые в НИИ ПО «СЛПК», показали возможность использования отбеленных каолинов из каолинитов Пузлинского проявления при производстве типографской бумаги №1.

Таблица

Результаты лабораторных исследований

Тип каолина	Разрывная длина, м	Белизна, %	Зольность бумаги, %	Бумажная масса, %	Удержание каолина, %
Глуховецкого каолинового комбината	2410	75.6	18.1	25.5	71.0
Каолин марки $ПМ_1$	1810	76.4	23.3	33.1	70.3
Каолин марки $ПМ_2$	2500	74.4	20.5	28.8	71.2

Таким образом, каолиниты Пузлинского проявления могут потребляться как в естественном (санитарно-строительная керамика, санитарно-фаянсовые изделия и т.д.), так и, преимущественно, в обогащенном виде (электротехнические изделия, тонкая керамика, фарфор и т.д.). Следует отметить, что это первое проявление каолинов в России, которые могут быть использованы в качестве наполнителя при производстве бумаги. На проявлении подсчитаны прогнозные ресурсы каолинитов категории P_1 в количестве 52 млн. т., в том числе осветленных – 24 млн. т.

Оно является первоочередным для постановки оценочных и в дальнейшем разведочных работ.

Кедва-Ваповское перспективное рудное поле включает Лоимское, Ваповское и Верхне-Ухтинское (Кедвинское) проявления, по которым дана предварительная оценка ресурсов категории P_1 белых каолинитовых глин, ассоциирующих с бокситами. Они составляют 120 млн. т. при содержании Fe_2O_3 2-3%, 15-20 млн. т. с содержанием оксида железа 1-2% и 2-4 млн. т. глин с содержанием оксида железа <1%.

Каолинитовые глины Пузлинского проявления и проявлений Кедва-Ваповского рудного полявляются высокоперспективными для получения огнеупорного сырья.

4.22. Бентонитовые глины

Ленинградская область.

В 1997 г. сотрудниками ВСЕГЕИ (А. П. Харлашин, 1997) было проведено опробование пород вскрыши IV участка Пикалевского месторождения известняков. При этом было установлено, что глины тарусского горизонта нижнего карбона состоят преимущественно из щелочноземельного монтмориллонита и относятся к бентонитовым. Исследования показали перспективность использования глин тарусского горизонта в производстве, буровом деле и в качестве сорбентов. Технологические испытания бентонитовых глин проводились ТОО «Акцент» в г. Никольское Ленинградской области.

Глины Пикалевского месторождения изучались давно, однако, как бентониты они не рассматривались. Но химический состав показывает, что они идентичны бентонитам многих месторождений России (Ю. Сахалин, Татарстан, Украина, Грузия и т. д.). Прогнозные ресурсы бентонитовых глин были подсчитаны в работе ВСЕГЕИ (А. П. Харлашин, 1997) по категориям P_1, P_2 и P_3. При этом категория P_1 подразумевает выявление новых рудных тел в пределах месторождения, категория P_2 предполагает выявление новых месторождений в пределах рудных полей, а категория P_3 оценивает весь рудный узел в целом без конкретной привязки. Подсчет прогнозныхресурсов и их геолого-экономическая оценка прошли апробацию в ТКП ГГП «Севзапгеология» и на НТС СЗРГЦ. В результате были внесены некоторые коррективы. Окончательно принята следующая количественная оценка бентонитовых глин.

По участку IV – 10 млн. т по категории P_1

по участку I – 48 млн. т по категории P_2

по участку V – 35 млн. т по категории P_2

по участку VI – 128 млн. т по категории P_2

по участку VIII – 89 млн. т по категории P_2

Центральная часть зоны Карбонового уступа – 700 млн. т по категории P_3.

Итого: P_1 – 10 млн. т; P_2 – 300 млн. т; P_3 – 700 млн. т.

Технологическая схема эксплуатации Пикалевского месторождения относит глины тарусского горизонта к промежуточной вскрыше между тарусскими и веневскими известняками. Следовательно, организация добычи глины возможна без существенных дополнительных капитальных вложений.

В 2000 г. завершена оценка бентонитовых глин **участка IV Пикалевского месторождения**. В результате работ установлено следующее:

– бентонитовые глины слагают пласт мощностью от 0.7 до 4.1 м (ср. – 1.85 м), залегающий в подошве тарусского горизонта нижнего карбона;

– минеральный состав глин: щелочно-земельный монтмориллоний (до 80 %), иллит, каолинит, кварц, апатоз, хлорит;

– по физико-химическим свойствам глины отвечают требованиям ГОСТ'а 28177-89 «Глины формовочные бентонитовые» и классифицируются как малопрочные (м) и по термической устойчивости как среднеустойчивые (T_2). После модификации, как показали технологические испытания, они могут быть использованы при производстве окатышей и буровых растворов.

Запасы бентонитовых глин в геологических границах оценены в 5.5 млн. т (C_1+C_2). В настоящее время составляется ТЭО для решения вопроса целесообразности освоения глин IV участка. По предварительным данным их отработка требует использования новых технологий.

4.23. Гипс

Псковская область.

Гипс приурочен к дубниковским слоям саргаевского горизонта верхнего девона, котрые прослеживаются в виде полосы от границы области на западе до г. Порхова на востоке. В пределах этой полосы зафиксировано 20 месторождений и проявлений гипса. В настоящее время на балансе не числится ни одного месторождения.

Ранее эксплуатировалось месторождение Изборское. Карьер Дроздово этого месторождения (ПО «Псковстрой материалы», Изборский гипсо-известковый комбинат) ликвидирован и рекультивирован в 1988 году, а оставшиеся запасы гипса в количестве 264 тыс. т категории P_1 списаны как сверхнормативные потери в 1990 г. (гипс $CaSO_4$ x $2H_2O$ 76.3-93.7).

Остальные месторождения по разным причинам были списаны с баланса ранее с суммарными прогнозными ресурсами категории P_1- 217 млн. т.

В таблице приведены основные данные по проявлениям, по которым были подсчитаны прогнозные ресурсы.

Таблица

№№ на карте	Название проявления, месторождения	Содержание $CaSO_4$ x $2H_2O$	Мощн. Гипсов м	Коэффициент вскрыши	Забалансовые запасы, тыс.т
24	Хиловское, пр-ие	72-83	ср. 1.04	10:1	P_1- 61600
27	Туготино, пр-ие	86	1-2.3	5:1-13:1	P_1- 59000
32	Чернореченское, пр.	75-86	0.15-3.1	21:1-54:1	P_1- 800
30	Славковичи, пр-ие	76-81	Ср.3.4	4:1-35:1	P_1-96307

Наиболее перспективными на гипс являются Изборская и Порховская площади.

В перспективном изборском районе площадью 500 кв. км находятся бывшее Изборское месторождение и проявления Изборское (хут.Павленкова), Чернореченское, Васильево, Полозохново. Суммарная мощность прослоев гипса изменяется от 0.2 до 3.1 м , в среднем около 1 м. Мощность вскрышных пород от 3 до 15 м. Содержание $CaSO_4$ x $2H_2O$ колеблется от 75 до 93.7 %. Прогнозные ресурсы категории P_2 оцениваются в 500 млн. т.

На **Порховской площади** (1325 кв. км) зафиксировано 11 проявлений: Большое загорье, Ручьи, Бельковское, Лопатово, Полонское, Хиловскре, Быстро-Никольское, Туготино, Тетеркинское, Порховское и Славковичи. В пределах этих проявлений мощность гипсовых слоев от 0.4 до 5.9 м, в среднем несколько более 1 м, мощность вскрыши от 5 до 30 м, содержание гипса от 65 до 90 %. Прогнозные ресурсы категории P_2 оцениваются в 1325 млн. $м^3$. Поисково-оценочные работы рекомендуется провести на проявлениях Славковичи. Туготино и Хиловское с прогнозными ресурсами категории P_1 217 млн. $м^3$.

К перспективным площадям второй очереди относится площадь долины Р. Великой (850 кв. км) с проявлениями Лавры, Дуловское, Мочаловское и Коромыслово. Эта площадь характеризуется меньшей мощностью гипсов, в среднем 0.5 м и значительной мощностью вскрышных пород от 5 до 45 м. Прогнозные ресурсы категории P_3 оцениваются в 850 млн. $м^3$.

Следует иметь в виду, что на всех перспективных площадях во вскрыше залегают карбонатные породы, которые также могут использоваться.

Таблица

Таблица прогнозных ресурсов гипсов Псковской области

№№ п/п	Название площади	Категория и кол-во прогнозных ресурсов
1	Порховская	P_2 –1325 млн. $м^3$
	Проявления:	
2	Тугино	P_1 – 59 млн. т
3	Славковичи	P_1 – 96.3 млн. т
4	Хилово	P_1 – 61.6 млн. т
5	Изборская	P_2 – 500 млн. $м^3$
6	Долина р. Великой	P_3 – 850 млн. $м^3$

Несмотря на значительные запасы и перспективы, позволяющие удовлетворить потребности в гипсе не только Псковской, но и прилегающих областей, разработка их из-за тяжелых условий залегания: большая глубина, обводненность и частичная закарстованность залежей, может быть экономически целесообразной лишь при совместной отработке с карбонатной вскрышей.

4.24. Каменная и калий-магниевая соли. Республика Коми.

Кроме разрабатываемого Сереговского месторождения, огромный ресурс каменных и калийных солей содержится в Верхнепечорском соленосном бассейне с одноименным проявлением, являющимся естественным продолжением Соликамского соленосного бассейна на север. Общая площадь Верхнепечорского бассейна составляет около 7900 км^2, из них 4500 км^2 (57%) находится на территории Республики Коми, и меньшая часть – на севере Пермской области.

Верхнепечорское проявление является стратифицированным, в отличие от Сереговского купольного и относится к крупным промышленным залежам. Проявление открыто в 1964 г. геолого-поисковой конторой «Войвожнефтегазразведка» при проведении структурно-поискового бурения на нефть и газ и состоит из 2-х участков: Якшинского и Мамыльского. В 1960-63 г.г. была начата предварительная разведка на Якшинском участке.

В структурном отношении Верхнепечорский соленосный бассейн приурочен к южной части одноименной впадины. Глубина подошвы соленосных отложений кунгурского яруса нижней перми колеблется от 650-800 м на крыльях бассейна до 1000-1200 м в осевой части впадины. Характерно спокойное погружение соленосной толщи на восток с постоянными нарастанием мощности.

Соляная толща имеет мощность от 180 до 460 м соли. В разрезе выделяются покровные каменные соли (мощность 21.6 м), калийно-магниевые соли (мощность до 60 м) и подстилающие каменные соли (мощность 100-120 м). Наиболее выдержанной по мощности, строению, качеству и площадному распространению является зона подстилающей каменной соли сложного строения, имеющая среднюю мощность 90 м и среднее содержание хлористого натрия 88%.

Зона калийно-магниевых солей распространена почти на всей площади соленосного бассейна и отсутствует только в сводовых частях антиклинальных

складок в восточной части бассейна. Разрез этой зоны представлен чередованием слоев карналлита, сильвинита, карналлит-сильвинитовой породы, каменной соли, засоленных глинисто-алевролитовой породы и глин. Прослои каменной соли имеют мощность от 0.3 до 5 м, прослои глинисто-алевролитовой породы и глин достигают 2 м.

Зона покровной каменной соли слагается разнозернистой каменной солью с большим количеством примесей и целыми прослоями темно-серой глины, встречаются многочисленные гнезда ангидрита.

В пределах соленосного бассейна установлено два типа разреза калийно-магниевых солей. Первый тип – с преимущественным развитием карналлита (карналлитовая подзона) – установлен в виде полосы вдоль западной границы бассейна. Второй тип – с преимущественным развитием сильвинита (сильвинитовая подзона) – занимает остальную часть соленосного бассейна. Поэтому подсчет прогнозных ресурсов произведен с учетом этих особенностей. Прогнозные ресурсы по категории P_1 карналлитовой подзоны составили: хлористого магния – 325 млн. т., при пересчете на окись магния – 148 млн. т.; хлористого калия – 217 млн. т., при пересчете на окись калия – 141 млн. т.

Прогнозные ресурсы категории P_2 сильвинитовой подзоны общей площадью 3250 км^2 составили: хлористого калия – 1820 млн. т., в пересчете на окись калия – 1186 млн. т.

Прогнозные ресурсы каменной соли подсчитаны на всю территорию Верхне-Печорского соленосного бассейна по категории P_1 и составили 592 млн. т. в пересчете на Na_2O – 324 млрд. т.

Каменная соль Сереговского месторождения обеспечивает запасами не только Республику Коми, но и весь Европейский Север России.

Калий-магниевые соли Верхнепечорского проявления могут рассматриваться как объект промышленной добычи в прямой связи с Соликамским промышленным узлом. Однако предприятия системы Уралкалий достаточно хорошо обеспечены своими запасами и освоение данного проявления проблема неблизкой перспективы.

Приложение №1

Каталог месторождений и проявлений полезных ископаемых Северо-Западного федерального округа

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
			Мурманская область							
1	018	Шолтъявр Железистые кварциты, сутамский	П	Fe- руды, млн.т		62.6		64		21.0% $Fe_{общ}$
2	020	Пинкельявр Железистые кварциты, сутамский	П	Fe- руды, млн.т		70.3		64.5		22.6% $Fe_{общ}$
3	021	г. Половинной Железистые кварциты, сутамский	П	Fe- руды, млн.т		32.3		104		23.09% $Fe_{общ}$

Примечание: МЭ – эксплуатируемые месторождения, МР – резервные, МП – подготавливаемые к отработке, МО – отработанные МРЗ – разведываемые, МНЗ – месторождения с неактивными запасами, П - проявления

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
4	033	Волчьетундровское Железистые кварциты оленегорский	МНЗ	Fe- руды, млн.т	33.8	38.0				22.09% $Fe_{общ}$
5	034	Свинцовотундровское Железистые кварциты оленегорский	П	Fe- руды, млн.т		18.6		7.2		31.1% $Fe_{общ}$
6	035	Куркенпахк Железистые кварциты оленегорский	МР	Fe- руды, млн.т	9.4	7.5				30.1% $Fe_{общ}$
7	036	Кировогорское Железистые кварциты оленегорский	МЭ	Fe- руды, млн.т	54.6	7.6		250		30.3% $Fe_{общ}$

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
9	038	Оленегорское Железистые кварциты оленегорский	МЭ	Fe- руды, млн.т	424.4	58.8				30.6% $Fe_{общ}$
10	039	Южно-Кахозерское Железистые кварциты оленегорский	МР	Fe- руды, млн.т	21.1	19.6	16.6			29.1% $Fe_{общ}$
11	040	Комсомольское Железистые кварциты оленегорский	МП	Fe- руды, млн.т	146.7	5.1	42.2			29.2% $Fe_{общ}$
12	041	Печегубское Железистые кварциты оленегорский	МНЗ	Fe- руды, млн.т		23.5				30-35% $Fe_{общ}$

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
13	042	Аномальное Железистые кварциты оленегорский	МНЗ	Fe- руды, млн.т	46.9					24.69% $Fe_{общ}$
14		Им.15-летия Октября Железистые кварциты оленегорский	МЭ	Fe- руды, млн.т	28.7	2.3	60.3			29.6% $Fe_{общ}$
15	043	Им. Баумана Железистые кварциты оленегорский	МЭ	Fe- руды, млн.т	25.7		8.2			30.7% $Fe_{общ}$
16	048	Ковдорское компл. апатит-магнетитовых руд	МЭ	Fe-руды, млн.т P_2O_5, млн.т ZrO_2, у.е.	427.1 28.3 641	59.8 3.2 107	69.4 4.5			24.4% $Fe_{общ}$ 6.78% 0.16%
17		Ковдорское техногенное	МЭ	P_2O_5, млн.т ZrO_2, у.е.	5.5 240			7.2 300		10.92% 0.32%
18	092	Тухта-Вара компл апатит-магнетитовых руд	МНЗ	Fe-руды, млн.т P_2O_5, млн.т Ta_2O_5, у.е.	110.4 27.5 8924					19.8% $Fe_{общ}$ 4.17% 0.0133%

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
19	095	Турий Мыс апатит-магнетитовых руд	П	Fe-руды, млн.т P_2O_5, млн.т				23 1.06		19.71% $Fe_{общ}$ 4.62%
20	032	Падостундра альпинотипных у/базитов	П	Хромиты, млн.т				2.5		25.0% Cr_2O_3
21	046	Сопчеозерское стратиформный	МП	Хромиты, млн.т	0.6	5.0		5.4		25.83% Cr_2O_3
22	051	г. Девичья стратиформный	П	Хромиты, млн.т				2.4	6.0	25.0% Cr_2O_3
23	052	Прихибинское стратиформный	П	Хромиты, млн.т					8.2	20.0% Cr_2O_3
24	074	Тикозерское стратиформный	П	Хромиты, млн.т				4.5	24.6	23.0% Cr_2O_3
25	075	Большая Варака стратиформный	МРЗ	Хромиты, млн.т		7.43		16.0		25.0% Cr_2O_3

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
26	076	Восточно-Умбаречен-ское стратиформный	П	Хромиты, млн.т				4.0	22.0	25.0% Cr_2O_3
27	016	Гремяха-Вырмес Апатит-ильменит-титаномагнетитовый	МНЗ	TiO_2, у.е. P_2O_5, млн.т	6.46 3.1	5.09 2.4				7.02% 3.37%
28	017	Юго-Восточная Гремяха Ильменит-титаномагнетитовый	МРЗ	TiO_2, у.е.		10.21		1.35		13.35%
29	069	Магазин-Мусюр Ильменит-титаномагнетитовый	П	TiO_2, у.е. V_2O_5, тыс.т				3.5 300	3.5 300	5.83% 0.5%
30	073	Африканда Перовскит-	МНЗ	TiO_2, у.е. TR_2O_3, у.е.	69.7 4201					11.12% 0.67%

		титаномагнетитовый								

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
31	074	Северо-Тикозерское Ильменит-титаномагнетитовый	П	TiO_2, у.е. V_2O_5, тыс.т					3.0 300	4.7% 0.45%
32	078	Цагинское Титаномагнетитовый	МНЗ	TiO_2, у.е. V_2O_5, тыс.т	3.34 134					6.2% 0.25%
33	087	Куроптевское Ильменит-титаномагнетитовый	П	TiO_2, у.е. V_2O_5, тыс.т					2.8 100	8.0% 0.3%
34	094	Колвицкое Ильменит-титаномагнетитовый	МНЗ	TiO_2, у.е. V_2O_5, тыс.т		7.84 441		8.0 450		8.0% 0.45%
35	02	Каула Сульфидный медно-никелевый,	МО	Ni Cu. Co						1.2-4.0% 1.2-1.8% 0.08-0.1%

		печенгский								

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
36	03	Котсельваара Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МЭ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	104.3 48.4 2.6	3.0 2.0 0.1				1.20% 0.64% 0.018%
37		Семилетка Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МЭ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	106.2 53.7 4.5	29.6 13.8				0.73% 0.35% 0.027%
38	04	Пахтаярвинское Сульфидный медно-никелевый, печенгский	П	Ni, у.е.					200	0.75%

39		Соукер Сульфидный медно-никелевый, печенгский	П	Ni, у.е.				520	0.59%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
40	05	Спутник Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МП	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	206.0 112.2 4.6	36.7 17.6 0.77				1.40% 0.77% 0.031%
41		Верхнее Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МП	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	205.1 98.1 7.8	4.1	3.2 1.4 1.97			0.5% 0.24% 0.019%
42	06	Быстринское Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МП	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	105.2 51.3 4.6	73.0 37.0 3.0				0.49% 0.24% 0.022%

43		Тундровое Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МП	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	361.4 184.0 15.7	174.5 88.9 7.5	14.7 5.9 0.76			0.51% 0.26% 0.022%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
44	06	Ждановское Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МЭ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	2856.2 1249.0 113.3	719.7 312.4 30.4				0.57% 0.25% 0.023%
45		Заполярное Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МЭ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	196.5 104.2 4.13	29.5 15.6 0.62				2.19% 1.16% 0.046%
46	07	Северное Онки Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МР	Ni, у.е.	6.6	0.1	9.4			1.15%

47	013	Карикъявр Сульфидный медно-никелевый, печенгский	П	Ni, у.е. Cu, у.е.		70.1 55.8				0.63% 0.50%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
48	011	Аллареченское Сульфидное медно-никелевое, печенгский	МО	Ni Cu Co.						3.59% 1.77% 0.075%
49	012	Восток Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МО	Ni Cu Co						1.50% 0.75: 0.028%
50	014	Ловнозерское Сульфидный медно-	МРЗ	Ni, у.е. Cu, у.е.			84.9 41.0			0.89% 0.43%

		никелевый, печенгский								
51	019	Улитаозерское Сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	П	Ni, у.е.					150	0.8%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
52	045	НКТ никель-медно-платиновое Сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	П	Ni, у.е. Cu, у.е. МПГ, у.е.		121.6 133.4 57.3				0.86% 0.95% 4.06 г/т
53	046	Сопча-жильные руды Сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МНЗ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	5.75 3.66 0.27	17.2 11.0 0.76				3.23% 2.06% 0.15%

54		Сопчуайвенч Сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МНЗ	Ni, у.е. Cu, у.е.			432.9 224.1			0.33% 0.17%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
55	047	Нюдайвенч Сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МНЗ	Ni, у.е. Cu, у.е.			31.7 26.9			0.24% 0.20%
56	01	Губа Базарная, губа Долгая, Самуил, Раиса, София Полиметаллический жильный	П	Pb+Zn, млн.т					1.0	6.0%
57	022	г. Лешая	П	Mo, тыс.т					150	0.062%

		медно-молибден-порфировый								
58	023	Пеллапахк медно-молибден-порфировый	П	Mo, тыс.т					100	0.062%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
59	031	Яурийокское Кварц-молибденитовый	МНЗ	Mo, тыс.т	0.27	0.26	0.18			0.3%
60	030	Полмостундровское Пегматитовый, литиевый	МР	Li_2O, у.е. Ta_2O_5, у.е.	143.1 458	218.6 662				1.25% 0.0039%
61	067	Колмозерское Пегматитовый, литиевый	МР	Li_2O, у.е. Ta_2O_5, у.е.	738.3 5874	105.9 771	18.0 158			1.14% 0.0091%

62	063	Чинглусуай Агпаит-нефелин- сиенитовый	МР	ZrO_2, у.е. TR_2O_3, у.е.			1594 313			3.15% 0.62%
63	065	Ангвундасчорр- Сенгисчорр Агпаит-нефелин- сиенитовый	МНЗ	ZrO_2, у.е.			592			2.55%
№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого- промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забa- ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
64	025	Охмыльк Редкометальных пегматитов	П	Ta_2O_5, у.е. Cs_2O, у.е. Li_2O, у.е.		686 1010 24.4		170 700 3.5		0.009-0.17% 0.03-0.07% 0.31-0.35%
65	026	Олений Хребет Редкометальных пегматитов	П	Ta_2O_5, у.е. Li_2O, у.е.		75 4.5		785 4.5		0.013% 0.76%
66	028	Вороньетундровское Редкометальных пегматитов	МР	Ta_2O_5, у.е. Cs_2O, у.е. Li_2O, у.е.	200 2900 5.98		26 0.7			0.034% 0.47% 1.03%

67	061	Ревдинское Тантал-ниобиевый россыпной	МНЗ	Ta_2O_5, у.е. Nb_2O_5, у.е.	32.6 46.5				0.02 кг/м^3 0.29 кг/м^3

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-ланс.			
					A+B+C_1	C_2		P_1	P_2	
68		Ловозерское:	МЭ	Ta_2O_5, у.е.	36968	56242	1913			0.015%
	062	-уч. Карнасурт,		Nb_2O_5, у.е.	468	709.9	36.4			0.195%
		Кедыквырпахк		TiO_2, у.е.	2.83	4.05	5.42			1.10%
	064	-уч. Умбозерский.		TR_2O_3, у.е.	2115.9	1889.9	59.3			1.08%
		Ниобий-танталовый в		SrO, у.е.	79.2	170.1	312.1			0.08%
		расслоенных		P_2O_5, млн.т			1.4			3.6%
		интрузивах		Нефелиновые						
		агпаитовых		руды, млн.т			39.1			13.03% Al_2O_3

		нефелиновых сиенитов								
69	066	Райяврское Тантал-ниобиевый россыпной	МНЗ	Ta_2O_5, у.е. Nb_2O_5, у.е.			336 4.9			0.012 кг/м^3 0.18 кг/м^3
70	091	Салланлатвинское Ниобиевый в карбона титовых комплексах	МНЗ	Nb_2O_5, у.е.		137.5				0.191%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					A+B+C_1	C_2		P_1	P_2	
71	092	Неске-Ваара – богатые руды То же	МР	Nb_2O_5, у.е.	7.48			29.4		0.525%
72		Неске-Ваара – рядовые руды То же	МНЗ	Nb_2O_5, у.е.		211.3		248.0		0.221%

73	068	Юмперуайв кварц-альбитовые метасоматиты	П	TR_2O_3, у.е Nb_2O_5, у.е				60.0 5.0		0.55% 0.046%
74	070	Лесное иттрий- редкоземельный в щелочных метасоматитах	П	Y_2O_3, у.е. ZrO_2, у.е.				1.74 5.24	4.32 13.3	0.401% 1.209%
75	071	Сахарйок то же	П	Y_2O_3, у.е. ZrO_2, у.е.				11.1 384.4		0.031% 1.074%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба- ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
76	072	Ельскоозерское кварц-альбитовые метасоматиты	П	TR_2O_3, у.е Nb_2O_5, у.е Ta_2O_5, у.е				1.2 0.38 17		2.5% 0.8% 0.04%
77	010	Брагинское золото-сульфидное	П	Au, т					10.0	5.0 г/т

78	024	Оленинское золото-сульфидное	П	Au, т				3.0	5.0	3.1 г/т
79	027	Мешень золото-сульфидное	П	Au, т					21.0	0.3-0.4 г/т
80	029	Няльм 1 золото-сульфидное	П	Au, т				7.5		2.62 г/т
		Няльм 11 золото-сульфидное	П	Au, т				3.4	3.4	3.7 г/т
81	08	г. Генеральская Тип Лак-дез Иль	П	МПГ, т					120	5 г/т
82	079	Федоровотундровское Тип Рифа Меренского	П	МПГ, т					200	4.0 г/т

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
83	080	Западно-Панское Тип Рифа Меренского	П	МПГ, т					230	4.6 г/т
84	081	Восточно-Панское Тип Рифа Меренского	П	МПГ, т				300		5.0 г/т

85	093	Ковдозерское Тип Лак-дез Иль	П	МПГ, т				100		5.0 г/т
86	096	Ермаковское кимберлит- лмпроитовый	П	алмазы, млн.кар.				3.0		0.3 кар/т
87	015	Себльяврское Апатит-силикатный	МНЗ	P_2O_5, млн.т	83.4					4.04%
88	048	Ковдорское апатит- штаффелитовое Апатит-франколитов. в корах выветривания	МП	P_2O_5, млн.т	8.1	0.3	0.8			16.96%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
89	048	Ковдорское апатит- карбонатное Апатит-кальцитовый	МНЗ	P_2O_5, млн.т кальцит, млн.т	4.18 10.9		8.58 42.1	27.7 166.7		4.55% 48.19% CaO

90	053	Партомчоррское Нефелин-апатитовый	МР	P_2O_5, млн.т TR_2O_3, у.е. SrO, у.е. TiO_2, у.е. Нефелиновые руды, млн.т	56.1 1505.2 4985.0 748.3	9.6 257.7 868.0 32.0 129.1	6.7 238.9			7.50% 0.20% 0.67% 3.5% 15.69% Al_2O_3
91	054	Куэльпорское Нефелин-апатитовый	МР	P_2O_5, млн.т Нефелиновые руды, млн.т			4.5 43.8			10.38% 16.85% Al_2O_3

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
92	055	Кукисвумчоррское Нефелин-апатитовый	МЭ	P_2O_5, млн.т TR_2O_3, у.е.	65.7 1109		4.6			14.47% 0.24%

				SrO, у.е.	5345.6					1.18%
				$Fe_{общ}$, млн.т	6.33					1.3%
				TiO_2, у.е.		8.2				1.8%
				Нефелиновые руды, млн.т	454.2		152.3			13.79% Al_2O_3
93	056	Юкспорское Нефелин-апатитовый	МЭ	P_2O_5, млн.т	81.7		3.5			14.50%
				TR_2O_3, у.е.	2018.9					0.38%
				SrO, у.е.	6405.4					1.38
				$Fe_{общ}$, млн.т	6.6					1.1%
				TiO_2, у.е.		10.2				1.8%
				Нефелиновые руды, млн.т	564.3		116.2			12.99% Al_2O_3

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	

94	056	Апатитовый Цирк Нефелин-апатитовый	МЭ	P_2O_5, млн.т TR_2O_3, у.е. SrO, у.е. Нефелиновые руды, млн.т	20.7 480.0 1600.8 139.1	0.7 15.5 51.6 5.6	0.6 0.6 18.5			14.87 0.35% 1.15% 13.38% Al_2O_3
95	057	Плато Расвумчорр Нефелин-апатитовый	МЭ	P_2O_5, млн.т TR_2O_3, у.е. SrO, у.е. Нефелиновые руды, млн.т	55.3 1269.8 4288.7 375.6	3.6 82.5 274.5 28.5	1.5 49.1			14.74% 0.34% 1.14% 13.63% Al_2O_3
96		Эвеслогчоррское Нефелин-апатитовый	МР	P_2O_5, млн.т Нефелиновые руды, млн.т	52.2 356.1	1.7 12.0				14.65% 13.4%

№ №	№№ на	Название месторождения,	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001		Прогнозные ресурсы	Среднее содержание
					балансовые	заба-		

п/п	карте	геолого-промышленный тип			$A+B+C_1$	C_2	ланс.	P_1	P_2	
97	058	Коашвинское	МЭ	P_2O_5, млн.т	111.0	26.5	1.5			16.79%
		Нефелин-апатитовый		TR_2O_3, у.е.	2736.3	673.6				0.41%
				SrO, у.е.	10457.9	2686.0				1.58%
				Нефелиновые руды, млн.т	661.0	208.0	40.2			12.16% Al_2O_3
98	059	Ньоркпахкское	МЭ	P_2O_5, млн.т	12.7	1.2	1.0			14.35%
		Нефелин-апатитовый		TR_2O_3, у.е.	340.8	34.2				0.39%
				SrO, у.е.	1006.3	93.9				1.14%
				Нефелиновые руды, млн.т	77.6	8.4	24.6			13.06% Al_2O_3
99	060	Олений Ручей	МР	P_2O_5, млн.т	52.6	8.2	2.0	15.3		16.18%
		Нефелин-апатитовый		TR_2O_3, у.е.	1309.9	201.1				0.40%
				SrO, у.е.	4655.7	737.2				1.43%
				Нефелиновые руды, млн.т	325.2	60.3	16.8			12.07% Al_2O_3

№ №	№№ на	Название месторождения,	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001		Прогнозные ресурсы	Среднее содержание
					балансовые	заба-		

п/п	карте	геолого-промышленный тип			$A+B+C_1$	C_2	ланс.	P_1	P_2	
100	077	Салмогорское Апатит-силикатный	П	P_2O_5, млн.т				8.5	6.7	5.2%
101	091	Салланлатвинское баритовое Остаточный	МНЗ	барит, млн.т			17.3	11.5		11.8% $BaSO_4$
102	049	Енское Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	13.1	12.3	4.6			19-196 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т	14.8	27.8	0.2			77.5 кг/м^3
103	050	Риколатвинское Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	7.0	24.3	5.0			23.7 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т	1.1	48.9	1.5			29.2 кг/м^3
104		Риколатвинское техногенное Слюдоносные пегматиты	МЭ	М/размерный мусковит, тыс.т	86.7					205.2 кг/м^3
№ №	№№ на	Название месторождения,	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-			

п/п	карте	геолого-промышленный тип			$A+B+C_1$	C_2	ланс.	P_1	P_2	
105	090	Неблагорское Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	3.8	11.0	0.1			90.6 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т	5.8	19.0				
106	082	Тавурта Кианитовые сланцы	МНЗ	кианит, млн.т	18.4					30.17%
107	083	Тяпыш-Манюк Кианитовые сланцы	МНЗ	кианит, млн.т	130.5	51.8				32.07%
108	084	Безымянное Кианитовые сланцы	МНЗ	кианит, млн.т	127.1	22.1				26.95%
109	085	Лыстурта Кианитовые сланцы	МНЗ	кианит, млн.т		22.5				32.4%
110	086	Червурта Кианитовые сланцы	МНЗ	кианит, млн.т	129.8	94.8				34.04%
111	088	Новая Шуурурта Кианитовые сланцы	МНЗ	кианит, млн.т	58.6	234.3				42.44%

№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001	Прогнозные	Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забалланс.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
112	089	Шуурурта Кианитовые сланцы	МНЗ	кианит, млн.т		440.6				37.4%
113	076А*	Гольцовское Водно-ледниковый	МНЗ	Стекольные пески, млн.т	2.1					SiO_2 89-92%
			Республика Карелия							
114	115	Корпангское Железистые кварциты костомукшский	МП	Fe-руды, млн.т	314.0	13.3	165.9	200.0		29.5% $Fe_{общ}$
115	116	Южно-Корпангское Железистые кварциты костомукшский	П	Fe-руды, млн.т		1.3		76.6		29.2% $Fe_{общ}$

№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001	Прогнозные	Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забаланс.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
117	118	Северо-Костомукшское Железистые кварциты костомукшский	П	Fe-руды, млн.т		49.0		50.0		32.9% $Fe_{общ}$
118	119	Койвасозерское Железистые кварциты костомукшский	П	Fe-руды, млн.т					97	28.73% $Fe_{общ}$
119	120	Костомукшское Железистые кварциты костомукшский	МЭ	Fe-руды, млн.т	1003.4	261.9	1015.4			32.2% $Fe_{общ}$
120		Алмазоносные лампроиты	П	Алмазы, млн. кар.					4.5	0.002-0.03 кар/т

№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001	Прогнозные	Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забалан.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
122	124	Кондокское Железистые кварциты костомукшский	П	Fe-руды, млн.т		84.0		85.0		30.15% $Fe_{общ}$
123	134	Межозерское Железистые кварциты костомукшский	МНЗ	Fe-руды, млн.т			69.5			32.9% $Fe_{общ}$
124	135	Гимольское Железистые кварциты костомукшский	П	Fe-руды, млн.т					177	32.2% $Fe_{общ}$
125	167	Аганозерское Стратиформный	МРЗ	Хромиты, млн.т	38.0			90.0		23.72% Cr_2O_3
126	170	Шалозерское Стратиформный	П	Хромиты, млн.т					180	23.0% Cr_2O_3
127	112	Елетьозерское Апатит-ильменит-титаномагнетитовый	МНЗ	TiO_2, у.е.	4.8					8.0%
№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные		Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забаланс.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
128	157	Койкарское Титаномагнетитовый	МНЗ	TiO_2, у.е. V_2O_5, тыс.т МПГ, т			18.9 1000.0	 213		6.02% 0.32% 1.18 г/т
129	164	Пудожгорское Титаномагнетитовый	МНЗ	TiO_2, у.е. Fe-руды, млн.т V_2O_5, тыс.т Cu, у.е. МПГ, т			25.76 316.7 1359.0 411.7 170			8.13% 28.7% 0.43% 0.26% 1.1 г/т
130	174	Палалахтинское Ильменит-титаномагнетитовый	П	Fe-руды, млн.т TiO_2, у.е. V_2O_5, тыс.т						
131	140	Восточно-Вожминское Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МНЗ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	16.9 4.5 0.72					0.94% 0.25% 0.04%

№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001	Прогнозные	Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забалан.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
132	141	Лебяжинское Сульфидный медно-никелевый, печенгский	МНЗ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	50.4 22.3 1.59					0.95% 0.42% 0.03%
133	142	Золотопорожское Сульфидный медно-никелевый, норильский	П	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е. Au, т		7.3 18.2 0.22 0.88				0.91% 2.27% 0.028% 1.1 г/т
134	143	Светлоозерское Сульфидный медно-никелевый, камбалдинский	МНЗ	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.	49.8 6.9 1.9					0.79% 0.11% 0.03%
135	166	Аганозерское кемиститовый	П	Ni, у.е.				5800	78000	0.54%
136	122	Таловейс молибден-порфировый	П	Mo, у.е.					1.5	0.1%

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
137	125	Пяяварское молибден-порфировый	П	Mo, у.е.				100.0		0.043%
138	126	Лобаш Молибден-порфировый	МНЗ	Mo, у.е.	56.4	71.2	12.8			0.068%
139	172	Ялонварское медно-молибден-порфировый	П	Mo, у.е.					50	0.04%
140	175	Кительское Апоскарновый	МНЗ	Sn, тыс.т Zn, тыс.т	5.93 2.5	0.46 3.2	1.32 3.7			0.56% 0.23%
141	176	Питкярантское Апоскарновый	МНЗ	Sn, тыс.т Zn, тыс.т			5.0 120.0			0.2% 3.8%
142	177	Хопунвара Апоскарновый	МНЗ	Sn, тыс.т Zn, тыс.т		12.3 9.1				0.34% 0.65%

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
143	178	Люппико Апоскарновый Бериллий-оловоносные скарны	МНЗ	Sn, тыс.т Zn, тыс.т Be, тыс.т		5.4 17.3 2.4				0.27% 17.3% 0.11%
144	179	Уксинское Апоскарновый Бериллий-оловоносные скарны	МНЗ	Sn, тыс.т Zn, тыс.т Be, тыс.т		0.46 0.25 2.34	20.3 9.9 4.5			0.3% 0.14% 0.06-0.1%
145	155	Шульгиновское Уран-ванадиевый	П	V_2O_5, тыс.т				70.0		
146	159	Весеннее Уран-ванадиевый	МР	V_2O_5, тыс.т		72.0		35.0		2.75%
147	160	Средняя Падма Уран-ванадиевый	МРЗ	V_2O_5, тыс.т	58.8	48.9				2.78%
148	161	Верхняя Падма Уран-ванадиевый	МР	V_2O_5, тыс.т		13.1				2.32%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
149	162	Космозерское Уран-ванадиевый	МР	V_2O_5, тыс.т		59.3		10.0		4.20%
150	163	Царевское Уран-ванадиевый	МР	V_2O_5, тыс.т		103.4				2.06%
151	101	Майское Золото-кварцевый малосульфидный	МЭ	Au, т		0.12				7.6 г/т
152	114	Шомбозерское золото-сульфидно-кварцевый	П	Au, т					33	5.0 г/т
153	121	Таловейс Золото-кварцевый малосульфидный	МНЗ	Au, т		0.016		0.061	12.2	5.0-11.6 г/т
154	127	Лобаш-1 золото-сульфидно-	П	Au, т					1.13	5.0 г/т

		кварцевый								

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
155	128 131	Железные ворота Нигалма золотоносные конгломераты	П	Au, т					15.1	6.0 г/т
156	129	Шуезерское золотоносные конгломераты	П	Au, т					23	5.0 г/т
157	130	Риговарака золотоносные конгломераты	П	Au, т					15.7	7.0 г/т
158	138	Заломаевское золото-сульфидно-кварцевый	П	Au, т				2.5	12.0	5.0 г/т
159	139	Южно-Заломаевское золото-сульфидно-	П	Au, т					5.0	7.2 г/т

		кварцевый								
№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого- промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забa- ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
160	146	Питкулампинское золотоносные конгломераты	П	Au, т					14.0	3.0 г/т
161	144	Рыбозерское Золото-сульфидно- кварцевый зеленокам поясов	МНЗ	Au, т		3.28			5.0	2.0-3.9 г/т
162	147	Маимярви золотоносные конгломераты	П	Au, т					18.8	10.0 г/т
163	148	Ятулий-1 то же	П	Au, т					0.35	5.0 г/т
164	149	Педролампи Золото-сульфидный	МНЗ	Au, т		0.93		2.5		5.8 г/т
165	150	Воронов Бор	П	Au, т		1.3			0.75	3.7 г/т

		медистые песчаники								

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
166	154	Эльмус золото-сульфидно-кварцевый	П	Au, т				2.56		4-5 г/т
167	168	Меридиональная зона золото-сульфидно-кварцевый	П	Au, т					140	7.6 г/т
168	169									
169	171	Соанварская золото-сульфидно-кварцевый	П	Au, т					1.5	6.5 г/т
170	173	Алатту то же	П	Au, т					2.3	3.0 г/т
171	180	Центральное то же	П	Au, т					4.5	10.0 г/т
172	181	Хюрсюльское	П	Au, т					10.0	10.0 г/т

		то же								
173	182	Новые Пески то же	П	Au, т					12.0	10.0 г/т
№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
174	183	Няльмозерское то же	П	Au, т					5.0	4.0 г/т
175	184	Ведлозерское то же	П	Au, т					5.0	3.0 г/т
176	103	Луккулайсвара Тип Лак-дез-Иль	П	МПГ, т				13.2	5-17.3 г/т	
177	104	Кивакка Тип Лак-дез-Иль	П	МПГ, т						3-6 г/т
178	165	Аганозерское Тип УГ-2	П	МПГ, т				120		Pt до 9.1 г/т Pd до 15.6 г/т
179	105	Тикшеозерское Апатит-кальцитовый	П	P_2O_5, млн.т				68.0		4.21%
180	151	Сапеницкое Родусит-асбестовый	П	Асбест, тыс.т				18		1.9 кг/т

181	152	Краснополянское Родусит-асбестовый	П	Асбест, тыс.т				95		1.9 кг/т

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
182	153	Повенецкое Родусит-асбестовый	П	Асбест, тыс.т				4		1.9 кг/т
183	156	Лобское Родусит-асбестовый	П	Асбест, тыс.т					60	1.9 кг/т
184	106	Тэдино Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	6.6	4.8	0.2			12-318 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т		14.2	0.4			31.4-191 кг/м^3
185	107	Карельское Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	0.6	0.7	0.6			12-147 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т		1.45				59.6-269.4 кг/м^3
186	108	Станционное Слюдоносные	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	1.9	1.0	0.4			14-228 кг/м^3

		пегматиты		М/размерный мусковит, тыс.т		1.72				55.3-196.6 кг/м^3

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					A+B+C$_1$	C$_2$		P$_1$	P$_2$	
187	109	Малиновая Варака Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	7.6	14.5	0.9			6.5-75 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т		46.3	2.56	32.0		13.6-132.6 кг/м^3
188	110	Плотина Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	5.4	24.5	2.6			6.6-72 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т		36.0	6.2			8.3-254.9 кг/м^3
		Плотина техногенное	МРЗ	М/размерный мусковит, тыс.т				49.6		
189	111	Слюдозеро Слюдоносные	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т		6.1				18-133 кг/м^3

		пегматиты		М/размерный мусковит, тыс.т		37.9				77-330.1 кг/м^3

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					A+B+C$_1$	C$_2$		P$_1$	P$_2$	
190	133	Слюдяной Бор Слюдоносные пегматиты	МНЗ	Листовой мусковит, тыс.т	7.2	2.9	5.6			0.8-30.5 кг/м^3
				М/размерный мусковит, тыс.т	0.29	19.1	31.2			
192	136	Турган-Койван-Аллуста Апоультрамафитовый хлорит-тальковый	МНЗ	Тальковый камень, млн.т	6.47	1.43				40-80%
193	137	Калливо-Муреннен-ваара Апоультрамафитовый хлорит-тальковый	МНПЗ	Тальковый камень, млн.т	6.35		6.31			

194	145	Рыбозерское Апоультрамафитовый хлорит-тальковый	П	Тальковый камень, млн.т		3.0		13.0	7.0	35%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
195	185	Ихальское Прожилково-вкрапленный (завальевский)	П	Графит, млн.т		2.5		6.9	5.6	3% C
196	113	Хизоварское Кварц-кианитовые сланцы	МП	Кианит, млн.т	0.61	0.32	4.31			21.24%
		Восточная Хизовара Кварц-кианит-мусковитовые сланцы	П	Чешуйчатый мусковит, тыс.т				840	1150	17.8-22.0%
		Архангельская область								

197	209	Юбилейное Оксидный	П	Mn-руды, млн.т Mn-руды, млн.т					20	30% MnO_2
198	211	Нядейское Оксидный	П							
199	213	Прищатиницкое Оксидный	П	Mn-руды, млн.т					1.0	15-19.5% MnO_2

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
200	214	Безмошицкое Оксидный	П	Mn-руды, млн.т				0.07		40.3-48.6% MnO_2
201	212а	Бугровское Сульфидный медно-никелевый	П	Ni, тыс.т МПГ, т						0.39% 0.9 г/т
202	222	Сезское Силикатный кобальт-никелевый	МНЗ	Ni, у.е. Co, у.е.		73.8 7.5				0.69% 0.07%

203	223	Талицкое Силикатный кобальт-никелевый	МНЗ	Ni, у.е. Co, у.е.		39.1 4.5				0.61% 0.07%
204	229	Волошовское Сульфидный медно-никелевый, норильский	П	Ni, у.е. Cu, у.е. Co, у.е.		108		63.1 22.0 0.3		0.96% 2.33% 0.135
№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
205	201	г. Цинковая Полиметалический стратиформный в из вестняках, доломитах	П	Zn, тыс.т Pb, тыс.т	3.5	9.0		18.6	530 50	5.6% 0.65%
206	202	Академическое то же	П							
207	203	Цинковый нос то же	П							

208	204	Талатасале то же	П							
209	205	оз. Пайгато то же	П							
210	206	Красное то же	П							
211	207	Раздельное то же	П	Zn, тыс.т Pb, тыс.т				4.2 0.5	175 18	5.5% 0.65%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
212	212	Мыс Бол. Румяничный Молибден-порфировый	П	Mo, тыс.т					135	0.07%
213	219	Плесецкое Осадочный, северо-онежский	МНЗ	Бокситы, у.е.			300.2			μ_{Si} 2.74
214	220	Денисла́вское Осадочный, северо-онежский	МНЗ	Бокситы, у.е.			17.5			μ_{Si} 2.95

215	221	Иксинское Осадочный, северо-онежский	МЭ	Бокситы, у.е. V_2O_5, тыс.т	284.3 237.6	28.3	25.5			μ_{Si} 3.10 0.06%
216	233	Володинское Полигенный, средне-тиманский	П	Бокситы, у.е.				8.5	5.0	μ_{Si} 3.38
217	217	Нименьгское Россыпное аллювиальное	П	Au, т					97	4 г/м^3

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					A+B+C_1	C_2		P_1	P_2	
218	218	Кожозерское Россыпное аллювиальное	П	Au, т						6 г/м^3
219	224	Надвиговое Золото-сульфидно-кварцевый	П	Au, т					40	5 г/т

220	225	Выдрино то же	П							
221	226	Северное то же	П							
222	227	Вешкозерское то же	П	Au, т					50	5 г/т
223	228	Скв. 56а то же	П							

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
224	230	Святозерское то же	П	Au, т					38	5 г/т
225	231	Кенозерское то же	П							

226	215	Им. Гриба кимберлит-лампроитовый	МРЗ	Алмазы, у.е.	67			49.2		1.68 кар/т
227	216	Им. Ломоносова кимберлит-лампроитовый	МП	Алмазы, у.е.	231.5			29.6		0.7 кар/т
228	234	Чедвинское кимберлит-лампроитовый	П	Алмазы, у.е.					821	1.0 кар/т

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
229	208	Карское Стратиформный в теригенно-карбонатных толщах	П	Барит, млн.т					2.5	85% $BaSO_4$

230	210	Марейшорское то же	П							
231	232	Звозское Метасоматический	МНЗ	Гипс, млн.т	29.9		1.1			94.2%
Республика Коми										
232	311	Парнокское Оксидно-карбонатный	МП	Mn-руды, млн.т	1325	279	316			31.44% Mn
233	337	Четласский камень Оксидный вторичный в корах выветривания	П	Mn-руды, млн.т				2.77	4.47	15-33% Mn
234	305	Хойлинское Альпинотипных ультрабазитов	П	Хромиты, млн.т					0.6	35.0% Cr_2O_3

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
235	328	Пижемское Лейкоксеновых песчаников	П	TiO_2, у.е.				100.2	180	3.19%

236	350	Ярегское Лейкоксеновых песчаников	МП	TiO_2, у.е.	65.9	227.9				11.0%
237	301	Саурипейское Медистые песчаники	П	Cu,тыс.т Ag, т					300 1000	1.5% 50 г/т
238	307	Молюдвожское Медистые песчаники	П	Cu,тыс.т Ag, т					50 10	1.0% 50 г/т
239	320	Косьюнское Медистые песчаники	П	Cu, тыс.т					2100	0.65%
240	323	Среднее течение реки Цильмы Медистые песчаникм	П	Cu, тыс.т					300	1.0%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
241	316	Кожимское Полиметаллический	П	Pb, тыс.т Zn, тыс.т					450 700	1.5% 2.24%

		стратиформный в известняках								
242	356	Сотчем-Иоль Полиметаллический стратиформный в доломитах	П	Pb, тыс.т Zn, тыс.т Cu, тыс.т		0.98 7.02 7.68				0.15% 1.08% 1.18%
243	357	Закола-Иоль Полиметаллический стратиформный в доломитах	П	Pb, тыс.т Zn, тыс.т		6.5 2.1				до 6.2% до 11.3%
244	358	Шантым-Прилукское Полиметаллический стратиформный в доломитах	П	Pb, тыс.т Zn, тыс.т		64.4 13.0				1.42-2.6% 1.63-3.28%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
245	331	Лимпопо Грейзеновый	П	WO_3, тыс.т Mo, тыс.т				3.7 4.2	19.7 45.1	0.06% 0.04%

		штокверковый								
246	332	Холодное Грейзеновый штокверковый	П	WO_3, тыс.т Mo, тыс.т				130.6 52.6		0.1% 0.05%
247	333	Торговское Грейзеновый штокверковый	П	WO_3, тыс.т Mo, тыс.т				7.0 1.5		0.33% 0.07%
248	324	Заостровское Осадочный	П	Бокситы, у.е. P_2O_5, млн.т		24.8 7.4		0.8 1.25	8.0	μ_{Si} 2.9 9.25%
249	335	Светлинское Полигенный, средне- тиманский	П	Бокситы, у.е.		4.5		3.3	2.95	μ_{Si} 8.3
250	338	Верхне-Щугорское Полигенный, средне- тиманский	МР	Бокситы, у.е. V_2O_5, тыс.т	61.7 25.4	3.0 1.1	4.7			μ_{Si} 7.85

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
251	342	Вежаю-Ворыквинское	МЭ	Бокситы, у.е.	125.9	15.0				μ_{Si} 6.29

		Полигенный, средне-тиманский		V_2O_5, тыс.т	49.7	0.9				0.04%
252	343	Восточное Полигенный, средне-тиманский	МР	Бокситы, у.е. V_2O_5, тыс.т	46.4 7.1	1.7	0.2			μ_{Si} 7.14
253	344	Южно-Ворыквинское Полигенный, средне-тиманский	П	Бокситы, у.е.		6.58		1.73	2.98	μ_{Si} 6.8
254	345	Кедвинское Осадочный, тихвинский	П	Бокситы, у.е.		81.1		49.0		μ_{Si} 2.5-3
255	346	Ваповское Осадочный, тихвинский	П	Бокситы, у.е.		3.0				μ_{Si} 3.0
256	348	Лоимское Осадочный,	П	Бокситы, у.е.		2.2				μ_{Si} 2.3
№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
257	355	Ижемская площадь		Бокситы, у.е.					263	

258	359	Пузлинское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, у.е.	46.5	3.1				μ_{Si} 2.39
259	360	Тимшерское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, у.е.	71.1	23.4				μ_{Si} 2.54
260	334	Октябрьское Альбититовый	П	TR_2O_3, тыс.т Nb_2O_5, тыс.т		0.713 0.05		5.0 0.5		0.2% 0.02%
261	336	Ново-Бобровское Альбититовый	П	TR_2O_3, тыс.т Nb_2O_5, тыс.т		0.604 0.853		1.0 1.5		0.25% 0.34%
262	339	Верхне-Мезенское Альбититовый	П	TR_2O_3, тыс.т Nb_2O_5, тыс.т		3.3 1.0		5.0 1.5		0.34% 0.1%
263	340	Косьюнское Тантал-ниобиевый в карбонатитах	П	TR_2O_3, у.е. Nb_2O_5, у.е. Ta_2O_5, у.е.		1352 29.2 5000		1360 29 5000		1.8% 0.04% 0.007%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	

264	341	Мезенское Альбититовый	П	TR_2O_3, тыс.т Nb_2O_5, тыс.т		0.231 0.472		0.2 0.5		0.18% 0.37%
265	302	Верхне-Нияюское, Золото-сульфидно-кварцевый	П	Au, т		3.4		5.0		4.8 г/т
266	313	Таврота, Россыпное аллювиальное	МР	Au, т	8.2					0.35 г/м^3
267	314	Лимбек-Ю 111, Россыпное аллювиальное	МР	Au, т	1.27					0.35 г/м^3
268	315	Балбанью, Россыпное аллювиальное	МЭ	Au, т	23.1	0.4				0.3 г/м^3

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	

269	317	Бол.Каталамбию, Россыпное аллювиальное	МЭ	Au, т	0.99					0.6 г/м^3
270		Каталамбинское Золото-сульфидно-кварцевое	П	Au, т		20.0				2.4 г/т
271	318	Самшитовое Золотоносные конгломераты	П	Au, т					15	4 г/т
272	319	Караванное, Лебединое, Синильга Золото-полиметалический	П	Au, т					1.8	34.8 г/т

№ №	№№ на	Название месторождения,	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001		Прогнозные ресурсы	Среднее содержание
					балансовые	заба-		

п/п	карте	геолого-промышленный тип			$A+B+C_1$	C_2	ланс.	P_1	P_2	
275	321	Нестеровское, Золотоносные конгломераты	П	Au, т					20.0	11.4 г/т
276		Чудное, Pd-Au-фукситовый штокверк	П	Au, т				2.8	7.2	4.3 г/т
277	322	Сюрась-Рузь-Вож Россыпное аллювиальное	МЭ	Au, т	1.64					1.08 г/м^3
278	326	Джин-Ю Палеороссыпь	П	Au, т					17.5	1.0 г/м^3
279	329	Югыд-Ю Палеороссыпь	П							
280	327	Ичет-Ю, Палеороссыпь	П	Au, т			0.2	0.25	3.5	1-1.5 г/м^3

№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001	Прогнозные	Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забалан.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
281	330	Кыввожское Россыпное аллювиальное	П	Au, т					2.0	0.7 г/м^3
282	363	Маньска-Волосница Россыпное аллювиальное	П	Au, т					0.2	0.57-0.63 г/м^3
283	325	Максаро-Пижемское Желваковый	П	P_2O_5, млн.т					125	17%
284	353	Вымское Желваковый	П	P_2O_5, млн.т					22	14.3-22.7%
285	368	Койгородское Желваковый	П	P_2O_5, млн.т	0.05	0.03				20.8%
286	303	Хойлинское Стратиформный, хойлинский	МЭ	Барит, млн.т	2.3	0.4	0.4	7.0		73.63%
№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные		Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забалланс.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
287	304	Малохойлинское Стратиформный, хойлинский	П	Барит, млн.т		3.6		0.8		45.9%
288	306	Пальникское Стратиформный, хойлинский	П	Барит, млн.т				3.2	0.64	43.7%
289	354	Веслянское Вулканогенно-осадочный, кислый	П	Цеолиты, млн.т					1680	10-30% анальцима
290	347	Лоимское	П	Глина огне упорная, млн.т				2-4		
291	367	Нючпасское	МНЗ	Глина огне упорная, млн.т	1.87					
292	349	Ижемское Метасоматический	МНЗ	Гипс, млн.т	15.1	131.7				80-90%
293	351	Седьюсское Метасоматический	МНЗ	Гипс, млн.т		2.1				90.4%

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
294	352	Благоево Прибрежно-морской	МНЗ	Песок стекольн., млн.т		10.6		16.5		
295	365	Чернокурка Прибрежно-морской	МР	Песок стекольн., млн.т	4.8	10.4				
296	366	Слудское Прибрежно-морской	МНЗ	Песок стекольн., млн.т	4.85	4.94				
297	361	Сереговское Хлоридно-натровый	МЭ	Каменая соль, млн.т	689.1	2061		5000		76.6%
298	362	Верхне-Печорское Хлоридно-натровый Хлоридно-магниево-калиевый	П	Каменая соль, млн.т $MgCl_2$, млн.т KCl, млн.т		13316 165 122.4		592600 325 217		88% 21.4% 15.2%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
		Вологодская область								
299	404	Кивручей Осадочный	П	Бокситы, млн.т					26	μ_{Si} 4.04
300	405	р. Шима Осадочный	П							
301	406	Анненский Мост Осадочный	П							
302	407	Сазоновское Озерно-ледниковый	МЭ	Пески стекол. млн.т	2.7					
303	401	Кленовское	МНЗ	Пески формов. млн.т	0.8					
304	402	Мокридинское	МНЗ	Пески формов. млн.т	2.3					

305	403	Патровское	МНЗ	Пески формов. млн.т	0.9					

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
		Новгородская область								
306	502	Клишинское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т		108				
307	504	Корчужинское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	864					
308	506	Каменское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т		1093				
309	507	Ключенское Озерно-болотный	МР	Каолин, млн.т	10.2					

310	508	Шереховичское Озерно-болотный	МНЗ	Каолин, млн.т	0.9					
311	510	Балаковское Озерно-болотный	МР	Каолин, млн.т	6.5					

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
312	513	Малиновецкое Озерно-болотный	МЭ	Каолин, млн.т	16.6	0.02				
313	514	Окладневское Озерно-болотный	МЭ	Каолин, млн.т	10.3					
314	515	Мишинское Озерно-болотный	МР	Каолин, млн.т	26.0	27.9				
315	516	Райцкое Озерно-болотный	МР	Каолин, млн.т	9.6					
316	517	Волгинское Озерно-болотный	МЭ	Каолин, млн.т	7.7					
317	518	Окуловское Озерно-болотный	МНЗ	Каолин, млн.т	6.0	1.8	2.6			

318	519	Шиботовское Озерно-болотный	МЭ	Каолин, млн.т	7.5					
319	520	Хоромы Озерно-болотный	МНЗ	Каолин, млн.т	13.3					

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
320	521	Витцы Озерно-болотный	МНЗ	Каолин, млн.т	16.8					
321	509	Дубровочка	П	Глины тугоплавк млн.т	-	1.0	-	-		
322	511	Северо-Овсянковское	П	Глины тугоплавк млн.т	-	4.94	-	1.2		
323	512	Южно-Овсянковское	МНЗ	Глины тугоплавк млн.т	2.4					

324	503	Неболчинское Аллювиальный	МЭ	Пески стекольн млн.т Пески формовоч млн.т	5.0 1.0		2.1			

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
325	503	Крапивненское Аллювиальный	МП	Пески стекольн млн.т	4.0	4.3	0.9			
		Ленинградская область								
326	601	Мягозерское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	705	507				
327	614	Явосемское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	1128					
328	615	Трufановское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	85					

329	617	Старинское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	147					
330		Куновское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	139					
331	619	Радынское Осадочный, тихвинский	МО	Бокситы, тыс.т	310					3.28

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
332	620	Малогорское Осадочный, тихвинский	МЭ	Бокситы, тыс.т	1089					3.05
333	621	Могатинское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	1066					
334	622	Дубнягское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	309					

335	624	Малявинское 11 Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	492					
336	625	Фоминское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т		126				

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
337	625	Овинецкое Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т		83				
338	626	Горское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	589					

339	627	Вельгинское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	1153					
340	628	Струнинское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	225					
341		Мозолевское Осадочный, тихвинский	МНЗ	Бокситы, тыс.т	504					

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
342	602	Чаплинское Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т		5.7				3.0-5.0%

343	603	Волхов-Сясь Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т		2.0				4.2%
344	604	Глядинское Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т		2.3				5.5%
345	605	Красносельское Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т	7.2					7.3%
346	606	Дудергофское Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т		14.2				7.7%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалансовые			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	

347	607	Котловское Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т		2.6				2-7.5%
348	608	Федоровское Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т		1.1				4.05%
349	609	Ульяновское Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т		2.2				3.8-5.0%
350	610	Поповка Прибрежно-морской раушняковый	МНЗ	P_2O_5, млн.т	1.5					4.7%
351	611	Кингисеппское Прибрежно-морской раушняковый	МЭ	P_2O_5, млн.т Пески стекольн млн.т	25.6 52.8	2.2	2.1			6.65%

№ № п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		заба-ланс.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	

352	612	Молосковецкое Прибрежно-морской раушняковый	П	P_2O_5, млн.т		14.0		12.0		8.98%
353	613	Елизаветинское Прибрежно-морской раушняковый	П	P_2O_5, млн.т					10.0	8.0%
354	616	Синенковское	МНЗ	Глины огнеупор млн.т	2.2		0.2			
355		Повышевское	МНЗ	Глины огнеупор млн.т	2.2			0.4		
356		Большедворское	МНЗ	Глины огнеупор млн.т	1.3	1.86				

№ №	№№ на	Название месторождения,	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001		Прогнозные ресурсы	Среднее содержание
					балансовые	заба-		

п/п	карте	геолого-промышленный тип			$A+B+C_1$	C_2	ланс.	P_1	P_2	
357	616	Батьковское	МНЗ	Глины огнеупор млн.т	3.4					
358	618	Селищенский Бор	МНЗ	Глины огнеупор млн.т	0.4					
359		Пикалевское	МРЗ	Глины бентонит млн.т	5.5			10	300	
360	631	Липский Мост Аллювиальный	МНЗ	Пески стекольн млн.т	7.4					
361	632	Лужское Аллювиальный	МО	Пески стекольн млн.т	0.1					

№	№№	Название	Статус	Полезное	Запасы на 1.01.2001	Прогнозные	Среднее

№ п/п	на карте	месторождения, геолого-промышленный тип	объекта	ископаемое	балансовые		забалан.	ресурсы		содержание
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
362	629	Новинское Аллювиальный	МЭ	Пески формовоч млн.т	32.3					
363	630	Зачеренье Аллювиальный	МНЗ	Пески формовоч млн.т Пески стекольн млн.т	24.1		0.4			
364	631	Крупели Переходный	МЭ	Пески формовоч млн.т	34.4	8.6				
365	633	Турово-Печорское Аллювиальный	МНЗ	Пески формовоч млн.т	8.3					

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
		Псковская область								
366	703	Печорское Прибрежно-морской	МЭ	Глины туго плавк млн.т	22.3	5.5				
367	704	Хиловское Метасоматический	МНЗ	Гипс, млн.т	5.6			61.6		72-83%
368	705	Полонское Метасоматический	МНЗ	Гипс, млн.т	7.7					72-87%
369	706	Туготино Метасоматический	П	Гипс, млн.т				59.0		86%
370	707	Тетеркинское Метасоматический	П	Гипс, млн.т		69.8				65-89%
371	708	Порховское Метасоматический	П	Гипс, млн.т		5.6				74-90%
372	709	Славковичи Метасоматический	П	Гипс, млн.т				96.3		76-81%
373	710	Изборское Метасоматический	МО	Гипс, млн.т	0.3					76.3-93.7%

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
374	710А	Чернореченское Метасоматический	П	Гипс, млн.т				0.8		75.0-86.0%
375	702	Псковское (Абижское) Прибрежно-морской	МНЗ	Пески стекольн млн.т	1.0					
376	701	Струго-Красненское Водно-ледниковый (камовый)	МЭ	Пески формовоч млн.т	5.8	6.9				
		Калининградская область								
377	804	Усть-Неманское Осадочный	П	Цеолит, млн.т				400	13000	30% клино-птилолита
378	806	Гусевское Хлоридно-натровый	МР	Каменая соль, млн.т	1404.4	3609.3				96.6%
379	801	Филино Погребенные морские россыпи	МЭ	Янтарь, т	41.8	36.9				0.512 кг/м^3

№№ п/п	№№ на карте	Название месторождения, геолого-промышленный тип	Статус объекта	Полезное ископаемое	Запасы на 1.01.2001			Прогнозные ресурсы		Среднее содержание
					балансовые		забалан.			
					$A+B+C_1$	C_2		P_1	P_2	
380	802	Пальмникенское Погребенные морские россыпи	МО	Янтарь, т			5510.9			1.065 кг/м^3
381		Приморское Погребенные морские россыпи	МЭ	Янтарь, т Пески стекольн млн.т	113417	52110	759.6	2.4		1.342-1.623 кг/м^3
382	803	Надеждинское Погребенные морские россыпи	П	Янтарь, т		840		2200		544-877 кг/м^3
383	805	Неманское-К Эоловый	П	Пески стекольн млн.т				0.9		

Приложение №2

Каталог месторождений и рудопроявлений западной части Фенноскандии.

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
Финляндия								
384	913	Отанмяки (Otanmäki) ильменит-магнетитовый в габбро-анортозитовых комплексах	МО 1953-1985	Fe-руды, млн. т TiO_2, млн. т V_2O_5, т. т	35.0 2.21 44.2	15.4 0.58 12.16		33% Fe 13% 0.26%
385	910	Муставаара (Mustsvaara) ильменит-магнетитовый в габбро-анортозитовых комплексах	МО 1976-1985	Руда, млн. т V_2O_5, т. т	38.0 76.0		1.5 млн. т руды V_2O_5 – 3,0 т. т	0.2%
386	904	Раутувара (Raytuvaara) скарновых магнетитовых руд	МО с 1975	Fe-руды, млн. т	18			37%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
387	909	Кеми (Kemi) гарцбургит-ортопироксенит-норитовый в стратифицированных базит-ультрабазитовых комплексах	МЭ с 1969	хромиты, млн. т	150		1.0-1.3 млн. т руды	26%Cr_2O_3
388	921	Оравайнен (Oravainen) сульфидный медно-никелевый, печенгский	П	Ni, т. т Cu, т. т	12.35 2.08			1.2% 0.21%
389	915	Хитура (Hitura) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МЭ с1970	Ni, т. т Cu, т. т	20 млн. т руды, 172.0 56.0	1970-2000 11 млн. т руды	520 т. т руды, 30 т. т Ni концентрата	0.84% 0.38%
390	916	Макола (Makola) сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МО 1942-1954	Ni, т.т Cu, т.т	8.0 42.0	3.3 1.7		0.74% 0.52%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
391	929	Коталахти (Kotalahti) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МО 1955-1984	 Ni, т.т Cu, т.т	22 млн. т руды 150.0 60.0	1955-1974 9 млн. т руды 46.8 18.0	К концу 1970-х 3.15 1.2	 0.70% 0.27%
392	939	Ваммала (Сторми) (Vammala, Stormi) сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МО 1978	Ni, т.т Cu, т.т	80.0 60.0		300-350 т. т руды	0.60% 0.41%
393	940	Кюльмякоски (Kylmäkoski) сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МО 1971-1974	 Ni, т.т Cu, т.т	 2.75 2.4	690 т. т руды, 1.8 0.66		 0.55% 0.48%
394	938	Лаукункангас (Laukunkangas) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МНЗ	Ni, т.т Cu, т.т	47.0 12.4			1.1% 0.29%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
395	930	Оутокумпу (Керетти) (Outokumpu) медно-цинковый колчеданный	МО 1913-1988	 Cu, т.т Zn, т.т Fe-руды, млн.т S, млн.т Co, т.т Ni, т.т Ag, т Au, т	28.5 млн. т руды, 1083.0 304.95 28.5 7.210 68.4 34.2 253.65 22.8	1913-1974 22.5 млн. т руды с 3.22-3.89%Cu 0.65		 3.8% 1.07% 28.11% 25.3% 0.24% 0.12% 8.9г/т 0.8г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
396	931	Вуонос (Vuonos) медно-цинковый колчеданный, сульфидный медно-никелевый, камбалдинский	МО 1972-1981	Медная руда Cu, т.т Zn, т.т Co, т.т Ni, т.т Au, т Ag, т Никелевая руда Cu, т.т Zn, т.т Co, т.т Ni, т.т Au, т	5.89 млн. т 114.30 94.24 8.84 7.66 0.589 64.79 0.7 1.0 1.6 4.7 0.5	1973-1981 4.1 млн. т руды с 2.18% Cu 1972-1981 5.5 млн. т руды с 0.2 % Ni, 188т. т Ni концентрата		 2.45% 1.6% 0.15% 0.13% 0.1г/т 11г/т 0.07% 0.1% 0.16% 0.47% 0.5г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
397	925	Луйконлахти (Luikonlahti) медно-железорудный скарновый	МО 1965-1983	 Cu, т.т Zn, т.т Ni, т.т Co, т.т Fe-руды, млн.т S, млн.т	7.5 млн. т руды, 74.25 37.5 7.5 8.25 1.875 1.238		600 т. т руды	 0.99% 0.5% 0.1% 0.11% 25% 16.5%
398	933	Хаммаслахти (Hammaslahti) медистых песчаников	МО 1973-1986	Cu и Zn руды 7 млн. т руды, Cu, т.т Zn руды Zn, т.т Cu, т.т Au, т Au, т	 81.2 4.39 1.47 0.17 1.24		400 т. т руды	 1.16% 1.55% 0.52% 0.59 г/т 5.2 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
399	942	Ориярви (Orijärvi) медно-полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МО 1760-1954	 Cu, т.т Zn, т.т Pb, т.т		1760-1954 1.2 млн. т руды 1944-1954 839 т. т руды, 11.2 7.29 2.26		 0.73% 2.64% 0.82%
400	943	Айяла (Aijala) медно-полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МО 1670-1958	 Cu, т.т Zn, т.т		1949 - 1958 839 т. т руды, 13.28 5.84		 1.59% 0.70%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
401	912	Виханти (Vihanti) медно-полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МО 1954-1992	 Zn, т. т Cu, т. т Pb, т. т Ag, т Au, т		1954 -1992 28 млн. т руды 1400.0 129.0 99.5 190.0 3.038		 5.0% 0.461% 0.355% 6.8г/т 0.11г/т
402	920	Пюхясалме (Pyhäsalme) медно-полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МЭ с 1962	 Zn, т. т Cu, т. т Ag, т Au, т	 1438.0 680.0 30.0 1000.0	1962-2001г. 32.5 млн. т руды 680 240	1.1 млн. т руды	 2.09% 0.99% 0.44г/т 14.6г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
403	901	Пахтавуома (Pahtavuoma) медно-полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МРЗ	Zn, т. т Cu, т.т	137.7 17.0			0.81% 0.1%
404	918	Колмисоппи (Талвиваара, Таатолла) (Kolmisoppi, Talvivaara, Taattola) медно-полиметаллический колчеданный в углеродисто-терригенных породах	МРЗ	Zn, т. т Ni, т. т Cu, т. т	437.94 218.97 113.54			0.54% 0.27% 0.14%
405	919	Таивалъярви (Taivaljärvi) полиметалличес-кий в осадочно-вулканогенных породах	МРЗ	Zn, т. т Pb, т. т Ag, т Au, т	43.815 19.665 552,0 1.27			1.27% 0.57% 160 г/т 0.37 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	**Статус** период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
406	941	Сало-Иссака (Salo-Issaka) медно-полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МР	Zn, т. т Cu, т. т	29.7 5.94			1.65% 0.33%
407	924	Корснес (Korsnäs) полиметаллический жильный	МО 1962-1972	Pb, т. т		860 т. т руды 27.5 Pb		3.57%
408	935	Илёярви (Ylojärvi) гидротермальный высокотемпературный жильный (пневматолитовый)	МО 1943-1966	WO_3, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т		4 млн. т руды 0.32 28.32 0.27 49.50		0.12% 0.76% 0.07г/т 12.4 г/т
409	923	Мятясвара (Mätäsvaara) скарновый	МО 1940-1947	MoS_2, т.т		1154 т. т руды 1,39 т.т MoS_2		0.141

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
410	944	Розендаль (Rosendal) танталовый редкометально-гранитовый	МРЗ	Ta_2O_5, т полевой шпат, млн. т	1.3 млн. т руды 375.7 0.91			289г/т 70%
411	902	Саатапора (Saattapora) золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МО 1988-1995	Au, т Cu, т. т	2.45 2.04	6.28 5.177		3.6 г/т 0.3%
412	934	Хавери (Haveri) золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МО 1942-1966	Au, т Cu, т. т		4.2 6.0		2.8 г/т 0.4%
413	905	Пахтаваара (Pahtavvara) золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МЭ с 1996	Au, т	12.0	2.131		4.0 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
414	928	Пампало (Вард) (Pampalo, Ward)) золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МЭ с 1998	Au, т	8.4	1.784		8.0 г/т
415	936	Кутемаяарви (Оривеси) (Kutemajärvi, Orivesi) (золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МЭ с 1994	Au, т	15.2	12.4		8.0г/т
416	903	Суурикосико (Suurikuusikko) золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МП	Au, т	50.63			6.1 г/т
417	907	Юомасуо (Jumasuo) золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МП	Au, т	4.468	0.104		5.2 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
418	917	Валкеасуо (Хоско) (Valkeasuo, Hosko) золото-сульфидно-кварцевый в зеленокаменном поясе	МП	Au, т	17.5			3.7 г/т
419	911	Копса (Kopsa) золото-сульфидно-кварцевый	МРЗ	Au, т Cu, т. т Ag, т	14.25 45.0 100			0.57 г/т 0.18% 4г/т
420	937	Лайванкангаз Северный (Laivakangas-N) золото - (мышьяково)-сульфидный	МРЗ	Au, т	9.79			4.0 г/т
421	908	Осиконмяаки (Осикко) (Osikonmäki, Ossiko) золото-сульфидно-кварцевый	МРЗ	Au, т	6.15			3.1 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
422	908	Группа месторождений Суханко (Suhanko) рифа Меренского	МРЗ	Pt, т Pd, т Au, т Au+МПГ, т Ni, т. т Cu, т. т	31.67 130.53 12.85 175.05 83.47 202.75			0.32. г/т 1.31 г/т 0.13 г/т 1.76 г/т 0.08% 0.20%
423	922	Сиилинъярви (Siilijärvi) апатит-(франколит) редкометальный в карбонатитах	МЭ с 1979	P_2O_5, млн. т	470 млн. т руды, 18.33		2001г 11,15 млн. т руды, 767 т. т апатитового концентрата	3.9% P_2O_5
424	906	Сокли (Sokli) апатит-магнетит-франколитовый в карбонатитах	МР	P_2O_5, млн. т	100 млн. т руды, 16			16% P_2O_5
425	932	Пакилла (Pakilla) антофиллит-асбестовый апометаультрамафитовый	МО 1959-1975	антофиллит-асбест, т. т			7 т.т	

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
426	914	Лахнаслампи (Lahnaslampi) апоультрамафитовых брейнерит-тальковых руд	МЭ с 1969	тальк, млн. т Ni, т. т	30 млн. т тальковой руды, 15		2001 1,94 млн. т тальковой руды, 477,6 т. т никелевой руды	50% 0.1-0.2%
427	926	Хорсманахо (Horsmanaho) апоультрамафитовых хлорит-тальковых руд	МЭ с 1980	тальк, млн. т Ni, т. т			2001 1,09 млн. т тальковой руды, 399.6 т. т никелевой руды	до 50-70%
Швеция								
428	1002	Кируна (Kiruna) апатит-магнетитовые железные руды типа Кируны	МЭ с 1901	Fe, млн. т	2637 млн. т Fe руды		20 млн. т Fe руды	63% Fe
429	1003	Туоллувара (Tuolluvaara) апатит-магнетитовые железные руды типа Кируны	МО 1902-1974	Fe, млн. т	43 млн. т Fe руды	21		60% Fe

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
430	1005	Патток (Pattok) апатит-магнетитовые железные руды типа Кируны	МР	Fe, млн. т	62			44% Fe
431	1007	Левеениеми (Leveäniemi) апатит-магнетитовые железные руды типа Кируны	МО 1964	Fe, млн. т	300 млн. т Fe руды	1964-1973 50 млн. Fe руды	1974 12.8 млн. т с 63% Fe	63% Fe
432	1006	Мертайнен (Mertainen) апатит-магнетитовые железные руды типа Кируны	МО 1956-1958	Fe, млн. т	165 млн. т Fe руды	1956-1958 432 т.т Fe руды		34% Fe
433	1010	Мальмберget (Malmberget) апатит-магнетитовые железные руды типа Кируны	МЭ с 1901	Fe, млн. т	660 млн. т Fe руды	1898-1974 219 млн. т Fe руды с 54.3% Fe		65% Fe
434	1004	Раккурийоки (Rakkirujoki) железорудные скарновые	П	Fe, млн. т	48 млн. т Fe руды			32%Fe

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
435	1054	Стросса (Stråssa) железистых кварцитов	МО	Fe, млн. т		1858 –1974 21.6 млн. т Fe руды	1973 1.4 млн. т Fe руды с 27-28 % Fe	
436	1051	Гренгесберг (Grängesberg) апатит-магнетитовые руды	МО	Fe, млн. т P, млн. т P_2O_5, млн. т	4,65	1980-1985 100 т. т апатитового концентрата	1973 2.5 млн. т Fe руды с 59.4% Fe 40. т. т P с 0.89% P	
437	1050	Блётбергет (Blötberget) апатит-магнетитовые руды	МО	Fe, млн. т		1925-1974 12.6 млн. т Fe руды		35-40%
438	1045	Идкебергет (Idkerberget) апатит-магнетитовые руды	МО	Fe, млн. т		1925-1974 9.3 млн. т Fe руды		62%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
439	1058	Бёлет (Bölet) месторождения оксидных руд	МО 1833-1895	Mn, млн. т		1833-1895 гг. 0.05 млн. т Mn руды		30%
440	1052	Лонгбан (Långban) окисленных руд	МО	Mn, млн. т		1925-1955 гг. 0.318		12-38%
441	1061	Спексерюд (Spexerud) месторождения оксидных руд	МО 1835-1931. 1942-1946	Mn, млн. т		0,134 млн. т Mn руды		41%
442	1021	Лаинияур (Lainijaur) сульфидный медно-никелевый камбалдинский	МО	Ni, т. т Cu, т. т	4.1 2.8	1941-1945 10.5 т.т. руды с 2.2% Ni, 0.93% Cu, 0.1%Co		2.2% 1%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
443	1028	Рислиден (Risliden) сульфидный медно-никелевый камбалдинский	П	Ni, т. т Cu, т. т	3.9 3.3			0.71% 0.26%
444	1039	Лаппваттнет (Lappvattnet) сульфидный медно-никелевый камбалдинский	МНЗ	Ni, т. т Cu, т. т	11.0 2.3			1.0% 0.21%
445	1040	Мьёваттнет (Mjövattnet) сульфидный медно-никелевый камбалдинский	МНЗ	Ni, т. т Cu, т.т	200 млн. т руды, 3.0 0.45			1.4% 0.21%
446	1038	Рёрмирбергет (Rörmyrberget) сульфидный медно-никелевый камбалдинский	МНЗ	Ni, т. т Cu, т. т	4 млн. т руды, 24.0 2.4			0.6% 0.06%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
447	1042	Слёттберг (Slättberg) сульфидный медно-никелевый камбалдинский	МО 1851-1944	Ni, т. т Cu, т. т	4.0 3.5	20 млн. т руды с 1-2% Ni		0.6-0.7% 0.5-0.6%
448	1033	Окулла-Эстра (Åkulla Östra) медно-цинково-колчеданный	МО до 2000		1.5 млн. т руды		130 т. т руды	
449	1001	Вискария (Viskaria) медно-цинково-колчеданный	МО до 2000	Cu, т. т	13 млн. т руды с 2% Cu, 260		600 т. т руды с 2% Cu, 12 т. т. Cu	2.0%
450	1020	Лавёр (Laver) медно-цинково-колчеданный	МО 1938-1946	Cu, т. т Au, т Ag, т		1.537 млн. т руды, 23.2т.т Cu 0.3 т Au 55.3 т Ag		1,51% 0.2 г/т 36 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
451	1012	Аитик (Aitik) медно-цинково-колчеданный	МЭ с 1968	 Cu, т. т Au, т Ag, т	При борте 0.22% Cu 400 млн. т руды, 1600 120 1600		18 млн. т руды с 0.4% Cu, 72 т. т Cu	 0.4% 0.3 г/т 4 г/т
452	1016	Ремдален (Remdalen) медно-полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	П	Cu, т. т Zn, т. т S, т. т	9 15 150			1.5% 2.5% 25%
453	1044	Фалун (Falun) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО XIII в.	 Zn, т. т Pb, т.т Cu, т. т	35 млн. т руды, 1750 595 245		1973 371638 т руды	 5.0% 1.7% 0.7%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
454	1048	Гарпенберг (Garpenberg) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МЭ с XIII в.	 Zn, т. т Pb, т. т	22 млн. т руды, 968 770		930 т. т руды, 40.92 32.55	 4.4% 3.5%
455	1057	Цинкгруван (Zinkgruvan) полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МЭ со средины XIX в.	 Zn, т. т Pb, т. т Ag, т	29 млн. т руды, 2320 1015 2320		690 т. т руды, 55.2 20.7 55.2	 8% 3.5% 80 г/т
456	1046	Кальвбеккен (Kalvbäcken) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО 1952-1963	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au,т Ag, т	600 т. т руды, 49.8 21.6 0.6 0.18 60.0			 8.3% 3.6% 0.1% 0.3 г/т 100 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
457	1047	Лёвос (Lövas) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО до 1954	Zn, т. т Pb, т. т Ag, т	330 т. т руды, 11.55 8.25 9.9			3.5% 2.5% 30.0г/т
458	1035	Лонгселе (Långsele) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО 1956	Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т As, т.т			1973 350.093 .т. руды, 15.06 1.05 1.4 0.28 8.75 1.4	4.3% 0.3% 0.4% 0.8 г/т 25 г/т 0.4%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
459	1037	Лонгдаль (Långdal) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО 1967-2000	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т	4.3 млн. т руды, 253.7 64.5 4.3 8.17 640.7		229. т. т руды, 13.51 3.44 0.23 0.44 34.12	 5.9% 1.5% 0.1% 1.9 г/т 149 г/т
460	1032	Канкберг (Kankberg) полиметаллический колчеданный в спилит-кератофировых породах	*МЭ*	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т	1 млн. т руды, 29.0 4.0 3.0 2.4 45.0		113 т. т руды, 3.28 0.45 0.34 0.27 5.09	 2.9% 0.4% 0.3% 2.4 г/т 45 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
461	1030	Ренстрём (Renström) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МЭ с 1952	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т	9 млн. т руды, 1053 180 81 35,1 1656		174 т. т руды, 20.3 3.48 1.57 0.68 32.02	 11.7% 2.0% 0.9% 3.9 г/т 184 г/т
462	1029	Петикнас (Petiknas) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МЭ с 1992	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т	8 млн. т руды 416 72 96 24 856		440 т. т руды, 22.88 3.96 5.28 1.32 47.08	 5.2% 0.9% 1.2% 3 г/т 107 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
463	1023	Кристинеберг (Kristineberg) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МЭ с 1940	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т	22 млн. т руды, 1100 88 220 28.6 1122		560 т. т руды, 28.0 2.24 5.6 0.73 28.56	 5% 0.4% 1% 1.3 г/т 51 г/т
464	1009	Насафьель (Nasafjall) полиметаллический жильный в кварцитах и глинистых сланцах	МО 1637-1806	 Zn, т. т Pb, т. т Ag, т	1.6 млн. т руды, 19.2 24 48	20.0 т. т руды, 500 т 1 т		 1.2% 1.5% 30 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
465	1018	Стекеньокк (Stekenjokk) медно-цинковый колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МО 1976	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т Au, т Ag, т	15.1 млн. т руды, 453 45.3 226.5 4.53 830.5		400 т. т руды	 3.0% 0.3% 1.5% 0.3 г/т 55 г/т
466	1017	Леви (Levi) медно-цинковый колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	МО 1976	 Zn, т. т Cu, т. т Ag, т	4.6 млн. т руды, 73.6 55.2 92			 1.6% 1.2% 20 г/т
467	1053	Кавельторп (Kaveltorp) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т	1,1 млн. т руды, 79.2 40.7 5.5			 7.2% 3.7% 0.5%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
468	1019	Юрмалиен (Jormalien) полиметаллический колчеданный в осадочно-вулканогенных породах	**МРЗ**	Zn, т. т Pb, т. т	Несколько млн. т руды			16-20% 1%
469	1022	Реккейяур (Rakkejaur) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО	Zn, т. т Cu, т. т As, т. т Au, т Ag, т	Несколько млн. т руды			2.3% 0,3% 1.6% 1.0г/т 45 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	**С**татус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
470	1024	Неслиден-Шёдра (Nasliden) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО 1970	 Zn, т. т Cu, т. т As, т. т Pb, т. т Au, т Ag, т		1973 187.966 млн. т руды 5638,98 2067,63 2443,56 563,89 244,36 677,88		 3.0% 1.1% 1.3% 0.3% 1,3 г/т 3.5 г/т
471	1043	Свердшё (Svärsjo) полиметаллический стратиформный в вулканогенно-кремнисто-терригенно-карбонатных породах	МО 1957-1970	 Zn, т. т Pb, т. т Cu, т. т		1957 – 1970 670,971 т. т руды, 40.93 18.12 4.02		 6.1% 2.7% 0.6%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
472	1014	Лайсвалль (Laisvall) свинцовый в песчаниках	МЭ с 1942	 Pb, т. т	108 млн. т руды, 4320		1.95 млн. т руды, 78.0	 4%
473	1015	Майва (Maiva) свинцовый в песчаниках	МНЗ	 Pb, т. т Zn, т. т Ag, т	1 млн. т руды, 51 1.0 10			 5.1% 0.1% 10 г/т
474	1026	Белльвиксберг (Bellviksberg) свинцовый в кварцитах	МНЗ	 Pb, т. т Zn, т. т Ag, т	1 млн. т руды, 50 3 21			 5% 0.3% 21 г/т
475	1027	Лёвстранд (Lövstrand) свинцовый в кварцитах	МР	Pb, т.т	10 млн. т руды, 200-400			 2-4%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
476	1041	Идре (Вассбо) (Vassbo) свинцовый песчаниках	МО 1960	Pb, т. т Zn, т. т Ag, т	3 млн. т руды, 171 9 54		1973 261,257 т. т руды, 14.89 0.78 4.7	5.7% 0.3% 18 г/т
477	1059	Баггеторп (Baggetorp) грейзеновый жильный	МО 1944-1958	WO_3, т. т		270 т. т руды, 0,972		0.36%
478	1049	Иксшёберг (Yxsjöberg) скарновый пластообразный	МО 1938-1973	WO_3, т. т Cu, т. т	1.5 млн. т руды, 4.5-6 3.75	3 млн. т руды с 0.1% Cu, 0.3% WO_3	1973 164.516 т. т горной массы	0.3-0,4% 0.25%
479	1013	Бьёрнчернбергет (Björnchjörnberget) скарновый	МНЗ	MoS_2, т. т	550 т. т руды, 1.76			0.32%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
480	1060	Смоландс-Таберг (Smolands-Taberg) титаномагнетитовый	МО до 1895	TiO_2, млн. т	150 млн. т руды, 9.0			6%
481	1008	Руотиваре (Ruotevare) титаномагнетит-ильменитовый	МР	TiO_2, млн. т	116 млн. т руды, 6.5			5.6%
482	1036	Варутреск (Varutråsk) гранитные пегматиты комплексные редкометальные	МО 1939-1945	литиевые минералы,т кварц,т полевой шпат, т	2600 2000 400			
483	1055	Бронес (Brones) полиметаллический стратиформный в известняково-доломитовых породах	МО 1951-1962	Ag, т		171 т. т руды, 59.85		350 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
484	1034	Болиден (Boliden) золото-(мышьяково)-сульфидный	МО 1926-1967	Au, т Ag, т Cu, т. т Zn, т. т Pb, т.т As, т. т	8.3 млн. т руды, 128.65 415 116.2 74.7 24.9 564.4			15.5 г/т 50 г/т 1.4% 0.9% 0.3% 6.8%
485	1062	Бьёркдал (Björkdal) золото-(мышьяково)-сульфидный	МО до 2000	Au, т	14 млн. т 30.8		1 млн. т руды, 2.2	2.2г/т
486	1031	Акерберг (Åkerberg) золото-(мышьяково)-сульфидный	МЭ с 1989	Au, т	1 млн. т руды, 3.0		160 т. т руды, 0.48	3.0г/т
487	1025	Хольмчерн (Holmchern) золото-(мышьяково)-сульфидный	МО 1924-1925	Au, т		366 т руды, 0.004		11.0г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
488	1011	Лаутакоски (Lauttakoski) апоультрамафитовых хлорит-тальковых руд	МР	тальк, млн. т	5 млн. т руды, 2.0			40%
489	1056	Шельста (Skelsta) вкрапленный в гнейсах	МО 1932-1943	графит, млн. т		0.002		
Норвегия								
490	1101	Бьёрневанн (Bjørnevann) железистых кварцитов	МО 1910	Fe, млн. т		1910 – 1975 100 млн. т Fe руды	2.4 млн. т окатышей с 66% Fe	30%Fe
491	1113	Фискефьорд (Fiskefjord) железистых кварцитов	П	Fe, млн. т	2,4			28-30% Fe
492	1126	Фосдален (Fosdalen) магнетит-гематитовый пластовый осадочный	МО	Fe, млн. т		1912- 1974 гг 10. 7 млн. т Fe руды		35% Fe
493	1111	Смортен (Smorten) апатит-магнетитовый	МО 1903-1908	Fe, млн. т		0. 1 млн. т Fe руды		55-60% Fe

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
494	1155	Лангё (Langø) магнетитовый	МО 1906-1916 1950-1960	Fe, млн. т	1.0	0.6 млн. т Fe руды		30% Fe
495	1149	Сёфтестад (Søftestad) апатит-магнетитовый	МО 1925-1965	Fe, млн. т	0.5		0.035-0.05 млн. т Fe руды	55%
496	1112	Вестполльтинн (Vespolltind) железомаргацевый оксидный	МНЗ	Fe, млн. т Mn, млн. т		5.0		28% Fe 2-5% Mn
497	1120	Группа мест-ний Рана (Rana) магнетит-гематитовый пластовый осадочный	МЭ с 1964 г.	Fe, млн. т .	500	1904-1974гг. 23 млн. т Fe руды		34%Fe
498	1138	Фераген (Feragen) дунит-перидотитовых ультрабазитов	МО 1817-1940	Cr_2O_3, млн. т		0.05 концентрата с 40% Cr_2O_3		
499	1109	Сенья (Senja) сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МО 1872-1886	Ni, т. т Cu, т. т		0.95 0.46		0.87% 0.46%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
500	1156	Меинкиер (Meinkjaer) сульфидный медисто-никелевый, печенгский	МО 1860-1870-ые годы	Ni, т. т Cu, т. т	0.52 0.23			1.21% 0.53%
501	1153	Нистейн (Nystein) сульфидный медисто-никелевый, печенгский	МО 1860-1870-ые годы	Ni, т. т Cu, т. т	0.36 0.15			1.16% 0.48%
502	1152	Виссестад (Vissestad) сульфидный медисто-никелевый, печенгский	МО 1860-1870-ые годы	Ni, т. т Cu, т. т	0.077 0.032			1.28% 0.53%
503	1159	Хогас (Hogas) никелевый, маунткейтский	МО 1914-1917	Ni, т. т	0.03			1.5%
504	1139	Хосангер (Hosanger) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МО 1883-1945	Ni, т. т Cu, т. т	4.2 1.6			1.05% 0.35%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
505	1142	Сигдал (Sigdal) сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МО 1974-1877	Ni, т. т Cu, т. т	0.05 0.035			0.62% 0.42%
506	1140	Эспедален (Espedalen) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МО 1666-1918	Ni, т. т Cu, т. т	1.0 0.4			1.0% 0.4%
507	1143	Эртилиен (Ertelien) сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МО 1849-1920	Ni, т. т Cu, т. т	4.2 2.8			1.04 0.69
508	1154	Флот (Flåt) сульфидный медно-никелевый, бушвельдский	МО 1972-1944	Ni, т. т Cu, т. т		2.6 млн. т руды 19.5 т. т Ni 12.2 т. т Cu		0.75% 0.47%
509	1141	Феой (Fæøy) сульфидный медно-никелевый, норильский	МО 1896-1922	Ni, т. т Cu, т. т		37 т. т руды 0.8 т. т Ni 1.0 т. т Cu		2.1% 2.5%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
510	1131	Ваккерлиен (Vakkerlien) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МРЗ	Ni, т. т Cu, т. т	4.0 1.6			1.0% 0.4%
511	1127	Шекердален (Skjækerdalen) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МО 1876-1891	Ni, т. т Cu, т. т		18.75 т. т руды 0.24 т. т Ni 0.12 т. т Cu		1.26% 0.63%
512	1115	Бруванн (Рана) (Bruvann,Råna) сульфидный медно-никелевый, печенгский	МЭ 1989 -2002	Ni, т. т Cu, т. т Co, т. т	При борте 0.3%Ni 26.4 млн. т руды, 110.88 26.4 5.28	32.5 т.т Ni в концентрате 9.14 т. т Cu 1.53 т. т Co	600 000 т руды с 0.55% Ni	0.42% 0.1% 0,02%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	**Статус период эксплуа-тации, г**	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
513	1104	Райпас (Raipas) жильный в доломитах и аргиллитах	МО XIX в.	Cu, т. т		12.5 т. т руды		6.3%
514	1105	Кофьорд (рудник Альта) (Kåfjord) медный кварцево-сульфидный жильный	МО 1825-1878, 1896-1909	Cu, т. т		13.0 т. т		до 6%
515	1106	Бидьовагге (Bidjovagge) медно-(цинково)-колчеданный в кварцевых кератофирах	МЭ с 1968	Cu, т. т Au, т Cu, т. т	2.3 млн. т руды, 34.5-39.1	1985 – 1991 1.7 млн. т руды, 20.4 т. т Cu, 6.97 т Au		1.5-1.7% 1.2% 4.1г/т
516	1130	Лёккен (Løkken) медно-цинково-колчеданный	МО XVII в.- 1974	Cu, т. т Zn, т. т		1908-1974 20 млн.т руд. 400 400		2% 2%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
517	1134	Тверрфьеллет (Tverrfjellet) медно-цинково-колчеданный	МО 1968	Cu, т. т Zn, т. т S, т. т	12-15 млн. т руды, 120-150 144-180 3840-4800		600 т. т руды	1% 1.2% 32%
518	1137	Лейргрувебаккен (Leirgruvebakken) медно-цинково-колчеданный	МО 1644-1977	Cu, т. т Zn, т. т	1 млн . т руды, 7.4 78			0.74% 7.8%
519	1136	Херсьё (Hersjø) медно-цинково-колчеданный	П	Cu, т. т Zn, т. т	25 50			1% 2%
520	1132	Киллиндаль (Killingdal) медно-цинково-колчеданный	МО до 1977	Cu, т. т Zn, т т		2,5 млн. т руды, 42.5 100-125		1.7% 4-5%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
521	1132	Киллиндаль (Killingdal) медно-цинково-колчеданный	МО до 1977	 Cu, т. т Zn, т т		2,5 млн. т руды, 42.5 100-125		 1.7% 4-5%
522	1125	Скурувас (Skorovas) медно-цинково-колчеданный	МО 1952	 Cu, т. т S, т. т S, т. т Cu, т. т Zn, т. т	7-8 млн. т руды	1952 – 1974 3.1 млн. т руд. х/п-сод. пиритовые руды - 40.3 1395 пирит. руды 94 1,0 1,0	160 т. т	 1.3% 45% 47% 0.5% 0.5%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
523	1135	Фольдаль (Folldal) медно-цинково-колчеданный	МО 1748-1969	 Cu, т. т		4.5 млн. т руды 45-90		 1-2%
524	1117	Йома (Joma) медно-цинково-колчеданный	***МЭ*** с 1972	 Cu, т. т Zn, т. т	7-9 млн. т руды, 119-153 77.7-99.9		1975г.- 25639 т халькопиритово-го концентрата, 5824 т сфалеритового концентрата	 1,7% 1.11%
525	1107	Сулихлейма (Sulitjelma) медно-цинково-колчеданный	МО 1891	 Cu, т. т		20 млн. т руды, 370	1974 г. 420 т. т руды	 1.85%
526	1114	Биртаварре (Birtavarre) медно-цинково-колчеданный	МО 1899-1920	 Cu, т. т		200 т. т руды, 7.6		 3.8%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
527	1114	Бьёркосен (Bjørkåsen) медно-цинково-колчеданный	МО 1917-1964	Cu, т. т Zn, т. т S, т. т		6 млн. т руды, 27 60 1800		0.45% 1% 30%
528	1119	Муфьелль (Mofjell) свинцово-цинково-медно-колчеданный	МО 1929-1987	Cu, т. т Zn, т. т Pb, т. т S, т. т	1,8 млн. т руды, 5.04 63 15.48 630	1929-1974 2.4 млн. т руды,188 т. т Zn, 22 т. т Pb, 21 т. т Cu концентрата, 177 т. т пирита		0.28% 3.5% 0.85% 35%
529	1122	Блейксвасли (Bleikvassli) свинцово-цинково-медно-колчеданный	МО 1952	2,6 млн. т руды Cu, т. т Zn, т. т Pb, т. т	5.72 109.2 62.4	1952-1974 2.1 млн. т руды	140 т. т руды	0.22% 4.2% 2.4%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
530	1148	Кнабен-II (Knaben-II) медно-молибденовый жильный и метасоматический	МО 1918-1972	MoS_2, т. т	2.5 млн. т руды, 3.75	8. 8 млн. т руды с 0.21% MoS_2		0.15%
531	1144	Нордли (Nirdli) молибден-порфировый штокверковый	МРЗ	MoS_2, т. т	200 млн. т руды, 280			0.14%
532	1129	Рёусанн (Рёдсанн) (Rausand, Rødsand) магнетит-ильменитовый в метагаббро и амфиболитах	МО 1910-1984	TiO_2, млн. т V_2O_5, т. т	12-15 млн. т руды 0.54-0.68 37.2-46.5			4.5% 0.31%
533	1146	Сторганген (Storgangen) ильменит-магнетитовый в анортозитах	МО 1918-1965	TiO_2, млн. т		12 млн. т руды, 2.04		17%
534	1147	Телльнес (Tellnes) ильменит-магнетитовый в анортозитах	МЭ	TiO_2, млн. т	300 млн. т руды, 57		500-600 т. т ильменитового концентрата	18%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
535	1133	Энгебофьеллет (Engebøfellet) рутиловый в рутилсодержащих эклогитах	МР	TiO_2, млн. т	400 млн. т руды, 16		200 т. т рутила	4% TiO_2
536	1158	Эдегорд (Эдегорден) (Ødegården) апатит-рутиловый в скаполит-горнблендитовых породах (эдегордитах)	П	TiO_2, млн. т апатит	50 млн. т рутило-вой руды, 1-2 150 т. т	1972-1918 160 т. т апатита		2-4%TiO_2
537	1157	Линнвик-коллен (Lindvik-kollen) рутил-альбитовый месторождения в крагёиритах	МО 1901-1950	TiO_2, млн. т	0.06			2%
538	1150	Сёве (Søve) ниобиевый в карбонатитах	МО 1953-1964	Nb_2O_5, т. т		3.25-5.2 т		
539	1145	Когнгсберг (Kongsberg) самородного серебра	МО 1623-1957	Ag, т		1300		100-350 г/т

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
540	1123	Свеннингдален (Svenningdalen) жильный в карбонатных и метаосадочных породах	МО 1879-1889	Ag,т		16.5		500 г/т
541	1151	Кодаль (Kodal) апатит-ильменит-магнетитовый в якурипирангитах	МР	P_2O_5, млн. т	70 млн. т руды, 4.2			6% P_2O_5
542	1116	Рендальсвик (Rendalsvik) мусковитовая в слюдистых сланцах	МО 1969	мусковит, т. т			15 т. т	30-50%
543	1121	Альтермарк (Altermark) брейнерит-тальковых руд (?)	МЭ с 1932	тальк, млн. т			40 т. т	45-65%
544	1108	Скаланн (Skaland) вкрапленный в кристаллических сланцах	МЭ	графит, млн. т	0.250			20-30%
545	1110	Вестеролен (Vesterålen) гнездовый в контактах гранитых интрузий	МР	углерод, млн. т				20%

№ п/п	№ на карте	Месторождение, геолого-промышленный тип	Статус период эксплуа-тации, г	Полезные компоненты	Первонача-льные запасы	Общая добыча за период	Производитель-ность рудника	Содержа-ние
546	1118	Гранасен (Granåsen) контактово-метаморфогенный	МР	брусит, млн. т	10-15 млн. т брусит-содержа-щего доломита, 1.7-2.55			17%
547	1128	Охейм (Åheim) оливиновый	МЭ	оливин			3,2-3,6 млн. т	49%
548	1103	Лиллебукт (Lillebuk) нефелиновых сиенитов	МЭ	нефелиновые сиениты, млн. т	300		300 т. т	

«Утверждаю»
И.о. генерального директора
ГГП «Севзапгеология»
_____ Хохлов Ю.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
о степени секретности сведений, содержащихся
в монографии «Недра Северо-Запада Российской Федерации»

Комиссия в составе: Н.Д. Малов (гл. геолог СЗГГП), В.А. Коровкин, А.А. Безукладнов (нач-ки партий), Н.П. Жирнова (нач. ПЗГТ) рассмотрела монографию «Недра Северо-Запада Российской Федерации» на предмет определения степени секретности, содержащихся в ней сведений.

Руководствуясь: Законом РФ «О государственной тайне», «Перечнем сведений, отнесенных к государственной тайне», утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 30.11.98г. № 1203 с последующими изменениями и дополнениями, Правилами отнесения сведений, составляющих государственную тайну, к различным степеням секретности, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 04.09.94 г. № 870, перечнем сведений, подлежащих засекречиванию по Министерству природных ресурсов Российской Федерации комиссия УСТАНОВИЛА: сведения содержащиеся в монографии «Недра Северо-Запада Российской Федерации» не попадают под действие статьи 5, пункта 2, абзаца 6 Закона РФ «О государственной тайне», пункта 41 «Перечня сведений, отнесенных к государственной тайне», не составляют государственной тайны и в соответствии с пунктами 10.4, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.9 перечня сведений, подлежащих засекречиванию по Министерству природных ресурсов Российской Федерации имеют степень секретности «не секретно».

ВЫВОД: В монографии «Недра Северо-Запада Российской Федерации» не содержатся сведения, составляющие государственную тайну.

Председатель комиссии: _____ Н.Д. Малов
Члены комиссии: _____ В.А. Коровкин
_____ А.А. Безукладнов
_____ Н.П. Жирнова

Список использованной литературы

Опубликованная

1. Акимов Л.В. Золотоносные россыпи р. Кожим и опыт их отработки – Руды и металлы, 1996, №4, с. 56-59.

2. Беляев В.В. Минерально-сырьевая база алюминиевой промышленности России: состояние и перспективы – Сыктывкар, 1999, 68 с.

3. Боровиковских А.П, Хорошкеев Н.И., Тарбаев М.Б., Лихачев В.В. Минерально-сырьевая база Республики Коми: твердые полезные ископаемые и подземные воды.
10 с.

4. Броневой В.А., Ромашов А.К., Свирин А.С., Скорняков В.И. О проекте глиноземно-алюминиевого комплекса в Республике Коми на базе переработки бокситов Среднего Тимана – Цветные металлы, 2001, №12, с. 74-79.

5. Булавин А.В. Перспективы развития минерально-сырьевой базы Республики Карелия – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 1966, №4, с. 14-22.

6. Бурцев И.Н. Титан Коми в сырьевой стратегии России. Вестник ИГ Коми НЦ УрОРАН, 2002 г. № 2-6.

7. Быховский Л.З., Кудрин В.С., Усова Т.Ю. Проблемы и пути использования МСБ циркония, ниобия, тантала и редких земель России – Разведка и охрана недр, 2000, №11, с. 25-28.

8. Водолазская В.П., Берлянд Н.Г., Котов К.Н., Шергина Ю.П., Мареичев А.М., Акимов Л.В. Кожимская область тектоно-магматической активизации и ее золотоностость. Руды и металлы №4. 1996 г. Москва, ЦНИГРИ.

9. Вокс Ф.М. Геологическое строение Северо-Западной Европы в кн. "Минеральные месторождения Европы". Моска, 1982.

10. Галкин А.С., Дедюхин А.Н., Козырев С.М. и др. Строение и состав руд Сопчеозерского месторождения хромитов – Цветные металлы, 2001, №2, с. 11-15.

11. Гончаров В.Г. Золотодобывающая промышленность России. Итоги 2001 г – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2002, №1-2, с. 40-45.

12. Горный журнал №3, 2002 г. Республика Коми. Уральское горное обозрение.

13. Горная компания АО «Ковдорский ГОК» - Горный журнал, 2000, №6 (цветная вкладка).

14. Госбалансы запасов полезных ископаемых РФ на 01.01.2001 г (по видам сырья) – М, 2001.

15. Гранович И.Б., Граудинь А.Э., Коные О.А. Концепция развития горно-рудной промышленности Республики Коми на 2002-2020 гг – Известия ВУЗов. Горный журнал, 2002, №3, с. 4-10.

16. Гранович И.Б., Граудинь А.Э., Коныk О.А. Развитие горно-рудного комплекса в Республике Коми – важный фактор обеспечения экономического будущего России – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2000, Спец. выпуск Республика Коми, с. 34-41.

17. Гранович И.Б., Тарбаев М.Б. Минерально-сырьевая база золота Республики Коми и пути ее освоения. Руды и металлы №4. 1996 г. Москва, ЦНИГРИ.

18. Дауев Ю.М., Василенко В.П., Денисов М.Н. Результаты переоценки минерально-сырьевой базы металлических полезных ископаемых РФ – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2000, №4, с. 32-39.

19. Ермаков И.Г., Галкин А.С., Ракаев А.И., Дедюхин А.Н. Освоение Сопчеозерского месторождения хромитов – Цветные металлы, 2000, №4, с. 74-79.

20. Иванцов С.И., Тигунов Л.П., Донченко В.А. Переоценка резервных месторождений стратегического сырья РФ на основе создания современной технологии его переработки – Разведка и охрана недр, 2001, №11-12, с. 50-53.

21. Игнатьев В.Д., Бурцев И.Н. Лейкоксен Тимана: Минералогия и проблемы технологии.

Санкт-Петербург, Наука, 1997, 215 с.

22. Илларионов В.А., Жуков Ю.В. Перспективы горного производства в южных районах Республики Коми. 45 с.

23. Кондиайн О.А. Государственная геологическая карта РФ. М-б 1:1 000 000 (новая серия). Лист Q-40,41 - Воркута. Санкт-Петербург, изд. ВСЕГЕИ, 2001.

24. Коровкин В.А. Перспективы развития минерально-сырьевой базы Кольского полуострова и классификация прогнозных ресурсов на различных стадиях геологоразведочных работ. Труды Геологического института КНЦ АН СССР. Апатиты, 1990.

25. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Карта прогнозных ресурсов важнейших полезных ископаемых Северо-Запада России. Цифровая модель РИКЦ СЗРГЦ. Санкт-Петербург, 1994.

26. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Локализация золоторудных площадей на основе металлогенического анализа в пределах восточной части Балтийского щита. Сб. трудов

ВСЕГЕИ "Золотоносность архейских зеленокаменных поясов Карелии". Санкт-Петербург, 1998.

27. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Металлогеническое районирование Карело-Кольского региона по важнейшим типам рудной минерализации. Сб. научных трудов СЗРГЦ. Нетрадиционные методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Санкт-Петербург, 1998.

28. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Некоторые аспекты металлогении золота Карело-Кольского региона. В кн. Проблемы золотоносности и алмазоносности севера Европейской части России. Петрозаводск, 1997.

29. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Пространственно-временные закономерности размещения золотого и платинового оруденения восточной части Балтийского щита. Труды 1-го Международного симпозиума "Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов. Санкт-Петербург, 1996.

30.Коровкин В.А., Турылева Л.В. Тектоническое строение - основа металлогенического районирования Карело-Кольского региона. Труды 1-ой Международной конференции "Корреляция геологических комплексов Фенноскандии". Санкт-Петербург, 1996.

31. Корсакова М.А., Вакар Е.В., Иванов Н.М, Мурадымов Г.Ш. Современные представления о геологическом строении Балтийского щита. Сб. Научных трудов. "Новое в геологии Северо-Запада РСФСР". Москва, 1998.

32. Корсакова М.А. , Мурадымов Г.Ш. , Вакар Е.В., Иванов Н.М. Зеленокаменные пояса в структуре Балтийского щита. Сб. научных трудов "Геология Северо-Запада Российской Федерации". Санкт-Петербург, 1993.

33. Кременецкий А.А. Минерально-сырьевая база редких металлов России: перспективы развития и привлечения инвестиций – Руды и металлы, 2002, №3, с. 46-52

34. Кудрин В.С., Чистов Л.Б. Минерально-сырьевая база тантала: состояние, перспективы освоения и развития – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 1997, №3, с. 9-15.

35. Кудрин В.С., Чистов Л.Б. Состояние минерально-сырьевой базы РЗМ, перспективы ее развития и освоения – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 1966, №5, с. 6-12.

36. Кузнецов Д.С. Перспективы развития предприятий, входящих в состав ОАО «ГМК «Норильский никель» - Цветные металлы, 2001, №11, с. 14-18.

37. Лебедев В.Н., Локшин Э.П., Маслобоев В.А. Сырьевые источники РЗМ России и проблема их вовлечения в переработку – Цветные металлы, 1997, №8, с. 46-51.
38. Линде Т.П. Мировой рынок лития на подъеме – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2002, №1-2, с. 86-90.
39. Лукьянов Л.И., Мареичев А.М. (ВСЕГЕИ), Кузнецов Г.П.(Челябинск), Остроумов В.Р. (ТОО "Прогноз-2", г. Уфа). Перспективы выявления коренных месторождений алмазов на Урале и востоке Русской платформы. Материалы Второго Международного Симпозиума (26-29 октября 1994 г., г. С-Петербург). СПБ, ВСЕГЕИ, 1995 г., 72 с.
40. Малышев В.П., Орлов В.П., Попов В.Е. и др. Металлогеническое районирование и оценка прогнозных ресурсов железных руд Карело-Кольской провинции – Киев, препринт Инст-та геохимии и физики минералов АН УССР, 1986, 52 с.
41. Машковцев Г.А., Быховский Л.З., Дауев Ю.М. и др. Основные проблемы использования и развития МСБ редких металлов России в XX1 веке – Минеральное сырье, 2000, №6, т. 1, с. 13-23.
42. Минеральные месторождения Европы. Том 1. Северо-Западная Европа. Под ред. С.Х.У.Боуи, А. Кволхейма и Х.У.Хуслема. 1982 г.
43 .Минеральные ресурсы Китая. Обзор – АОЗТ «Геоинфориарк», М, 1995, 44 с.
44. Минеральные ресурсы России и других стран СНГ (на начало 1997 года) – М, Аэрогеология, 1998, 283 с.
45. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. Спец. выпуск. Июль 2002 г. Республика Коми.
46. Минеральные ресурсы России и других стран СНГ (на начало 1997 года) – М, Аэрогеология, 1998, 283 с.
47. Негруца В.З. Основные подразделения региональной стратиграфической шкалы докембрия восточной части Балтийского щита. ДАН СССР, 1979.
48. Негруца В.З. Раннепротерозойские этапы развития восточной части Балтийского щита. Л., "Недра", 1984.
49. Негруца В.З., Негруца Т.Ф. Литологические (стратиграфические и седиментогеннные) аспекты глубинного строения земной коры Балтийского щита. Материалы восьмой Международной конференции. Петрозаводск, 2002.
50. Недра России (ред. Н.В. Межеловский, А.А. Смыслов), т. 1. Полезные ископаемые. СПб, изд-во ВСЕГЕИ, 2001, 547 с.

51. Новиков А.А., Ястржембский И.Э., Благутин Ю.Л. Перспективы развития горнодобывающих подотраслей металлургии – Отечественная геология, 2002, №2, с. 32-26

52. Озеров В.С. Метаморфизованные россыпи золота Приполярного Урала. Руды и металлы №4. 1996 г. Москва, ЦНИГРИ.

53. Попов М.Я. Геолого-экономический обзор и прогнозно-промышленная оценка перспектив развития МСБ твердых полезных ископаемых территории деятельности ГГП "Полярноуралгеология" по состоянию на 1.01.1993 г. Воркута, 1996 г.

54. Проскуряков В.В., Гаскельберг В.Г., Пилацкий В.Э., Увадьев В.И., Шульга Т.Ф. Глубинное строение, геодинамика и магматизм восточной части Балтийского щита. Сб. научных трудов "Геология Северо-Запада Российской Федерации". Санкт-Петербург, 1993.

55. Проскуряков В.В., Коровкин В.А. Минерально-сырьевые ресурсы Северо-запада России. Журнал Разведка и охрана недр, №8. Москва, 1993.

56. Проскуряков В.В., Коровкин В.А. Повышение эффективности прогнозирования на основе анализа рудно-магматических систем. Сб. научных трудов СЗРГЦ. Нетрадиционные методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Санкт-Петербург, 1998.

57. Ракаев А.И., Чериковский Ю.М., Голов А.Н. и др. Освоение Сопчеозерского месторождения хромитовых руд – Цветные металлы, 2001, №2, с. 16-19.

58. Регион. Деловой журнал правительства Республики Коми №11, 1999 г.

59. Руды и металлы №4. 1996 г. Москва, ЦНИГРИ.

60. Терновой В.И. Карбонатитовые массивы и их полезные ископаемые – Л, Издательство Лен. Университета, 1977, 168 с.

61.Тигунов Л.П., Конопаткин А.Я., Левченко Е.Н., Кириллов В.А. Минерально-сырьевая база стронция в России и перспективы ее использования – Минеральное сырье, 2000, №6, с. 166-171.

62.Усова Т.Ю., Рожанец А.В. О коньюнктуре рынка тантала – Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2001, №1, с. 76-79.

63. Хольтедаль У. Геология Норвегии. Моска, 1957.

64. Чащин В.В., Галкин А.С., Озерянский В.В., Дедюхин А.Н. Сопчеозерское месторождение хромитов и его платиноносность, Мончегорский плутон (Кольский полуостров, Россия) – Геология рудных месторождений, 1999, №6, с. 507-515.

65. Шабалин Л.И. Геолого-технологические типы титаномагнетитовых руд и перспективы их использования в России – Руды и металлы, 1999, №2, с.37-48.
66. Шарков А.А. Марганцевые руды – Разведка и охрана недр, 2001, №11-12, с. 16-21.
67. Шарков Е.В., Богатиков О.А., Смолькин В.Ф., Чистяков А.В., Красивская И.С. Мантийные плюмы и металлогения. Происхождение крупных расслоенных интрузивов (на примере раннепротерозойской крупной изверженной провинции кремнеземистой высокомагнезиальной серии, Балтийский щит). Материалы Международного симпозиума. Петрозаводск-Москва, 2002 г., с. 281-284.
68. Щукин В.С., Колодько А.А. Эпохи кимберлитового магматизма на севере Восточно-европейской платформы. Всероссийский съезд геологов и научно-практическая геологическая конференция "Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века". С-Петербург, 2000 г.
69. Экономическая оценка освоения минеральных ресурсов Карелии – Петрозаводск (ИЭ КарНЦ РАН, Карельский Комприродресурс), 2001, 288 с.
70. Юшкин Н.П., Гранович И.Б. Сырьевая база полезных ископаемых в Республике Коми. Доклад на научно-аналитической конференции "Природные ресурсы и производительные силы Республики Коми". 10-12.11.1993. Сыктывкар 1993, 25 с.
71. A Public Datebase on Gold deposits in Finland. Geological Survey of Finland. Report of Investigation , 146. Espoo. 1999.
72. Archaean Geology of the Fennoscandian Shield . Geological Survey of Finland. Special Paper 4. Espoo, 1986.
73. Current research and development: extended abstracts. Bulletin 427. 1995.
74. Explo Norway. Supplement to The Canadian Mining Journal. February 2001.
75. Geological Survey of Finland. Bulletin 306. The ore deposits of Sweden by Rudyard Frietsch. Espoo, 1980.
76. Industrial minerals and rocks in Norway. Bulletin 436. 2000.
77. Internet. www.gsf.fi/explo/; www.gsf.fi/info/; www.endomines.fi.
78. Internet. www.ngo.no; www.ngo.no/projekter/GEODI/index.htm.
79. Internet. www.sgu.se; www.boliden.se/index-mining.htm; www.isa.se/sectors/exploration; www.dragon-mining.com.ou
80. Korovkin A.V., Turyleva L.V. Map of prognostic resources of the north-west in 1:500 000 scale as the basis for planning geological exploration. II International symposium "Mineral Resources of Russia. S-Petersburg, 1994.

81. Metallic mineral deposits map of Finland, 1:1 000 000. Geological Survey of Finland, Espoo, Finland 2000.
82. Metallogeny associated with the Oslo Paleorift. Excursion guide № 1. 1986.
Mineral deposits at the beginning of the 21st century. Edited by Adam Piestrzyñski et. al. 2001.
83. Mineral potential in Norway. The Bleikvassli Area. Geological Survey of Norway. 2001.
84. Mineral potential in Norway. Massive Sulphides. Geological Survey of Norway. 2001.
85. Mosheim C.E. Tantalum demand soars – Mining Journal, 2001,v. 336, № 8635, p. 396.
86. Nickel-copper deposits of the Baltic Shield and Scandinavian Caledonides. Geological Survey of Finland. Bulletin 333. Espoo 1985.
87. Ore deposits in eastern Finland. Guide 42. Espoo 1997.
88. Ores, industrial minerals and rocks in Sweden. Map. Scale 1:2 000 000. 1979.
89. Proterozoic mineral deposits in central Finland. Excursion guide № 5, 1986.
90. Rickard David T., Zweifel Hans. Genesis of Precambrian Sulfide Ores, Skellefte District, Sweden. 1975
91. Rustinen R., Kauppinen H. The Siilinjärvi carbonatite Complex, eastern Finland. In: Phosphate deposits of the world, vol. 2. Phosphote rock resources. Eds A.J.G.Notholt, R.P. Sheldon and D.F.Davidson. Cambridge University Press., 1990, p. 394-397.
92. Titanium Mineral Resources in Norway. Geological Survey of Norway. 2001.

Фондовая

93. Афанасьева Е.Н., Савицкий А.В., Богданов Ю.Б., Михайлав в.А., Пинский Э.М. Составление прогнозно-металлогенической карты золотоносности Республики Карелия
94. Безруков В.И. Отчет о результатах тематических работ по оценке перспективности местной минерально-сырьевой базы на нетрадиционные для горно-добывающей промышленности мурманской области рудные и нерудные полезные ископаемые и по пополнению дежурных регистрационных карт полезных ископаемых Кольского п-ова в 1993-98г. - Мончегорск, 1998.
95. Бичук Н.И., Афанасьева Б.В., Дайн А.Д. Переоценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Мурманской области по состоянию на 01.01.1998г. ТФ ФГУ «Мур ТФГИ», 1998.
96. Борисова Р.И. и др. Отчет о результатах поисково-картировочных работ в пределах Костомукшского железорудного района (объект Костомукшский лампроитовый), проведенных в 1991-97 г. 1998.

97. Государственные балансы запасов полезных ископаемых РФ на 01.01.2001 г. Москва, 2001г.

98. Гриневич Н.Г., Ганин В.А., Бондарева Т.В. Отчет по теме « Разработка петрологической модели расслоенного Бураковско-Аганозерского массива ультрамафитовых-основных пород на основе обобщения материалов ГГК-200, ГГК-50». ООО «КГЭ», 2000.

99. Журавлев В.А., Шульга Т.Ф., Путинцева Е.В. и др. «Разработка поисковых критериев и установление факторов алмазоносности лампроитов Карело-Кольского региона». ПГО "Севзапгеология", 1994 г.

100. Журавлев В.А., Шульга Т.Ф. , Яковлева И.Ю. "Оценка продуктивности рифейского щелочно-ультраосновного магматизма и обоснование направлений работ на территории Западно-Карельской зоны". Кн. 2. ПГО "Севзапгеология", 2000 г.

101. Калинин Э.П. Отчетный баланс запасов гипса на территории Республики Коми на 01.01.2002 г.

102. Карпенко И.А. и др. Геолого-экономическая переоценка МСБ россыпного и рудного золота на территории Республики Коми. I этап – Составление ТЭО кондиций месторождения Таврота. ООО "Геохолдинг". Сыктывкар, 2000 г.

103. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Объяснительная записка к карте прогнозных ресурсов Северо-Запада РФ масштаба 1:500 000. ГГП "Севзапгеология". Санкт-Петербург, 1994.

104. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Отчет по теме: "Анализ движения прогнозных ресурсов и рекомендаций с целью геолого-экономического обоснования направления работ на основные полезные ископаемые территории деятельности СЗ ГГП". ГГП "Севзапгеология". Санкт-Петербург, 1996.

105. Коровкин В.А., Турылева Л.В. Отчет по научно-исследовательской работе "Анализ движения прогнозных ресурсов важнейших полезных ископаемых, ведение и пополнение карты прогнозных ресурсов масштаба 1:1 000 000
и Банка данных прогнозных ресурсов Северо-Запада РФ" в 3-х книгах. ГГП "Севзапгеология". Санкт-Петербург, 1999.

106. Корсакова М.А., Иванов М.Н. Легенда Карельской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1: 200 000. ТКГ, 1998.

107. Кротова В.А. "Поиски марганца на Ворыквинской площади (по результатам 1996-2000 гг.)". Ухта, 2000 г.

108. Леонтьев А.Г., Юдин С.Н., Дегтярева И.А. «Составление Регистрационной карты золотоносности Республики Карелия м-ба 1:500 000 с кадастрами месторождений, рудопроявлений, пунктов минерализации и площадных геохимических аномалий, перспективных на золото. Петрозаводск, 1997 Г., Фонды ГГП "Севзапгеология".

109. Медведев В.А и др. "Оценка и учет прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых на территории Архангельской области". Фонды. Архангельск, 1997 г.

110.Никитичев А.П. Отчет по научно-исследовательской работе «Анализ перспектив территории Мурманской областина выявление рентабельных для отработки месторождений медно-никелевых руд» ГСФ «Минерал», 1998.

111. "Переоценка прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Республики Коми по состоянию на 01.01.1998 г." Сыктывкар, 1998 г.

112. Попов А.Н. "Пояснительная записка к предложениям Комитета природных ресурсов по Республике Коми и МПР "ОО среды Республики Коми в проект "Пообъектного плана работ по геологическому изучению и оценке минеральных ресурсов недр РФ и ее континентального шельфа на 2002 г. за счет средств Федерального бюджета на территории Республики Коми на 2002 г".

113. Пастернок Н.И. Информационный отчет о результатах поисково-оценочных работ на Y-Zr руды Сахарйокском щелочном массиве 1991-96г. ОАО Мурманская ГРЭ.

114. Ремизова А.М. Сводная легенда дочетвертичных образований Кольской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации (новая серия) м-ба 1: 200 000. АООТ «ЦКЭ», 1994.

115. Риндзюнская Н.М., Бражник А.В. и др. "Геологическое строение, минеральный состав, перспективы и методы отработки золотоносных кор выветривания Росомахинской рудной зоны." Сыктывкар, 2001 г.

116. Рудные месторождения Финляндии, Норвегии, Швеции. СЗПГО. Группа внедрения ТКЗ. С-Петербург, 1983.

Суйковский Г.В. Объяснительная записка к карте рудных полезных ископаемых Балтийского щита м-ба 1: 1 000 000. Отчет по теме: "Составление карт фактического материала никеленосности Балтийского щита." 1974 г.

117. Сухарев В.Н. Отчет о доразведке горизонтов 111 и 1V серий Умбозерского участка Ловозерского месторождения в 1984-1990 гг – пос. Ревда, 1990.

118. Топорков В.Г. "Минерально-сырьевые ресурсы неметаллических полезных ископаемых центральных районов Республики Коми. Ухта, 1999 г.

119. Увадьев Л.И., Толстова Г.Д., Журавлев В.А., Васильев Д.Н. и др. "Целенаправленное изучение платформенного этапа развития Карело-Кольского региона". ПГО "Севзапгеология", 1989 г.

120. Фурман В.Н. Отчет о результатах поисковых работ на золото, проведенных в южной части Костомукшской зеленокаменной структуры в 1988-2001г.г. Петрозаводск 2001.

121. Яновский А.С., Ауслендер В.Г., Буслович А.Л. и др. Составление легенд Ильменской, Онежской и Мезенской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1: 200 000 (новая серия). ПКГЭ, 1999г.