

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

Гавриленко Б.В.

# *Кладовые недр Кольского края*

Апатиты  
2004

УДК 553 (470.21)

**Б.В. Гавриленко. Кладовые недр Кольского края. – Апатиты: Изд. ГИ КНЦ РАН, 2004. - 92с.**

Книга представляет собой краткий справочник по полезным ископаемым Кольского края. В нем содержатся сведения об основных месторождениях и рудопроявлениях, их генетических и промышленных типах, о применении полезных ископаемых в отраслях народного хозяйства. Для каждого вида сырья (или близких по типу групп полезных ископаемых) приводится мелкомасштабная карта-схема распределения на территории области. Дается классификация полезных ископаемых по вещественному (химическому и минералогическому) признаку. В первом разделе приводится краткий металлогенический очерк, далее рассмотрен вопрос воздействия и последствий добычи и переработки полезных ископаемых на окружающую среду. Работа написана в научно-популярной форме, представляет интерес для широкого круга читателей и может использоваться как учебное пособие для студентов геологических и геоэкологических специальностей, а также для школьников средних и старших классов.

54 с., илл. 39 список литературы - 17 наименов.

Рисунки: Н.Е. Козлова.

Компьютерная графика: Н.С. Тележкина.

Макет: В.Ю. Калачев, Л.Д. Чистякова

**Редакционная коллегия:**

академик РАН, д.г.-м.н. Ф.П. Митрофанов, Д.В. Жиров,  
к.г.-м.н. В.И. Пожиленко, д.г.-м.н. Ю.Л. Войтеховский

© Гавриленко Б.В., 2004

© Геологический институт КНЦ РАН, 2004



*Борис Викторович ГАВРИЛЕНКО*

## БОРИС ВИКТОРОВИЧ ГАВРИЛЕНКО

Борис Викторович Гавриленко родился 16 марта 1942 г. в г. Сарапул Удмурдской АССР. В 1949 г. поступил в школу в г. Москве, которую закончил с золотой медалью. В 1959 г. поступил на геологический факультет Московского государственного университета, а в 1965 г. получил диплом о высшем образовании по специальности "Геохимия".

После окончания МГУ Б.В. Гавриленко свой путь в науке начал с работы старшим лаборантом в Геологическом институте КФАН и прошел все ступени до доктора наук - заведующего лабораторией. В 1978 году он защитил кандидатскую диссертацию на тему "Геохимия золота в метаморфических и магматических комплексах северо-востока Балтийского щита", в 2004 - докторскую диссертацию на тему "Минерогения благородных металлов и алмазов северо-восточной части Балтийского щита".

Главное научное направление исследований Б.В. Гавриленко было связано с золотоносностью докембрийских и фанерозойских вулканогенно-осадочных и магматических комплексов Карело-Кольского региона, Казахстана, Таджикистана, Шпицбергена. Им впервые в докембрийских комплексах выделена рудоносная золотосодержащая формация метаморфизованных вторичных кварцитов, а также выявлена новая потенциально россыпеобразующая конгломерато-глинистая формация - продукт переотложения древнейших (2.5-2.6 млрд. лет) площадных кор выветривания. Разработанные Б.В. Гавриленко минералого-геохимические критерии и признаки способствовали открытию новых и расширению перспектив уже известных золоторудных объектов на территории Северной Карелии, Кольского полуострова, Таджикистана, что нашло в 140 публикациях, 40 отчетах НИР и 12 рекомендациях.

Со временем область научных интересов Б.В. Гавриленко существенно расширилась. Помимо золота с 1994 года под его руководством велись исследования по оценке потенциала металлов платиновой группы и алмазных россыпей на территории Кольского полуострова и шельфе прилегающих морей. Им совместно с О.П. Корсаковой была разработана модель россыпеобразования благородных металлов и

алмазов, включенная в число важнейших достижений Российской Академии наук за 1997 г. На архипелаге Шпицберген Б.В. Гавриленко собрал уникальные коллекционные материалы по метаморфическим и магматическим породам, геохронологическое изучение которых позволило впервые выделить протолиты с возрастом 2.5 и 1.4 млрд. лет, а также подтвердить карельский (1.7-1.9 млрд. лет) и гренвильский (0.9-1.2 млрд. лет) этапы развития Шпицбергенской плиты.

Неистощимая энергия, целеустремленность и активная позиция Бориса Викторовича нашли применение и в общественной жизни, и в спорте. Долгое время он вел большую комсомольскую работу, являясь членом комитета ВЛКСМ Кольского филиала АН СССР и секретарем комсомольской организации Геологического института, а также активно участвовал в проведении лекций в просветительском обществе "Знание". Кроме того, зарекомендовал себя отличным спортсменом, умевшим зажечь и привести команду к победе.

Б.В. Гавриленко щедро делился с молодыми учеными своим богатым научным опытом и достижениями. Четыре аспиранта под его руководством успешно защитили диссертации. Большое внимание также он уделял популяризации науки и геологии. Разделы книги "Кладовые недр Кольского края" были подготовлены Борисом Викторовичем в ходе работы над Мультимедийным справочником по минерально-сырьевым ресурсам и горнопромышленному комплексу Мурманской области в 2001-2002 гг. К сожалению, печатного издания этой научно-популярной работы он не успел увидеть.

*Друзья, коллеги*

## **1. Краткий геологический и металлогенический очерк Мурманской области**

Мурманская область в геологическом отношении расположена в пределах северо-восточной части Балтийского (Фенноскандинавского) щита. Щит – это крупная часть земной коры до (3500 x 3500) км<sup>2</sup>, наиболее устойчивая, с тенденцией к воздыманию в течение длительного времени и с редко встречающимися останцами платформенных осадков незначительной мощности. Балтийский щит является наибольшим выступом древней Восточно-Европейской платформы и сложен в основном сильно метаморфизованными и гранитизированными докембрийскими породами, возрастными и вещественными аналогами которых широко развиты на других щитах мира (Канадском, Индостанском, Гвианском в Бразилии, Южно-Африканском, Гренландском, Сино-Китайском и Австралийском). В истории развития Балтийского щита выделяются тектономагматические циклы, завершившиеся саамским, лопийским, карельским, свекофенским, готским, каледонским и герцинским орогенезами (этапами горообразования). В результате их проявления были сформированы три крупных провинции: 1 - Кольско-Лапландско-Карельская (северо-восточная) - с возрастом 2.5-2.9 млрд. лет; 2 - Свеко-Феннская (центральная) - с возрастом 1.7-1.9 млрд. лет; 3 - Свеко-Норвежская (юго-западная) – с возрастом 0.95-1.5 млрд. лет. Они различаются по составу пород, глубинным строением, историей геологического развития и набором полезных ископаемых.

Кольско-Лапландско-Карельская провинция, северо-восточную часть которой занимает Мурманская область, является наиболее древней частью Балтийского щита и состоит из Беломорской складчатой, Фенно-Карельской гранит-зеленокаменной и Кольской гранулит-зеленокаменной областей. В пределах Кольской провинции выделяются следующие крупные геоблоки (террейны): Мурманский, Центрально-Кольский, Инари, Беломорский, Терский и Кейвский. Они разделены между собой мобильными (подвижны-

ми) зонами: Урагубско-Понойской шовной зоной, Печенга-Имандра-Варзугским проторифтогенным прогибом и Лапландско-Колвицким гранулитовым поясом. Указанные выше структуры, в свою очередь, подразделяются на более мелкие, которые, так же как и крупные структуры, кроме общих признаков, имеют различия в составе пород, строении и истории геологического развития (рис. 1).

На территории Мурманской области встречаются измененные в разной степени осадочные, вулканогенные и интрузивные горные породы с возрастом образования от 350 до 3000 млн. лет, которые отражают крупные эпохи развития нашего региона – архейскую, протерозойскую, палеозойскую и мезозойскую. Они перекрываются современными осадочными породами – ледниковой мореной, морскими, озерными и речными отложениями, которые образовались в самой молодой, антропогеновый период кайнозойской геологической эпохи. В таблице жирным курсивом отмечены периоды, во время которых происходило формирование тех или иных (осадочных либо вулканогенных или интрузивных) пород. В архее (2925-2500 млн. лет) в строении северо-восточной части Балтийского щита главными структурными элементами были зеленокаменные пояса (шовные зоны), гнейсовые террейны и линзовые домены. Предполагается, что в это время значительные горизонтальные и вертикальные перемещения древних частей земной коры (микроплит) отсутствовали. Породы и структуры этой эпохи широко распространены на территории Мурманской области. Некоторые из них слагают такие высоты, как Белые тундры (район Кейвской возвышенности), г. Лешая и хребет Олений (зона между рекой Вороньей и озером Колмозеро), Железная Варака (Оленегорский район) и др. Сегодня высота этих гор очень небольшая и редко превышает 500-600 м.

В раннем протерозое (2500-1600 млн. лет) в результате сопряженных процессов растяжения земной коры (рифтинга) и сжатия (внутрикоровая обдукция) была сформирована сохраняющаяся до настоящего времени сложная мозаичная структура Кольского региона - Кольский коллизион. Ряд пород, сформировавшихся в эту эпоху, слагают ныне такие горы как Мончетундра, Вольчьи тундры, Главный хребет, Панские тундры, которые расположены в центре Кольского полуострова, Сальные тундры (западная часть Мурманской области),

Кольвицкие и Кандалакшские тундры (южная часть Мурманской области). Современная высота этих гор от 500 до 1000 м.

Самые поздние крупные разломы земной коры на современной территории Мурманской области происходили 480-350 млн. лет назад. В это время сформировались такие уникальные крупные интрузивы, как Хибинский и Ловозерский, слагающие ныне горы - Хибинские и Ловозерские тундры, которые являются самыми высокими на Кольском полуострове – до 1200 м.

Современный рельеф территории Мурманской области сформирован, вероятно, за последние 20 млн. лет, так как еще в меловой период и даже в палеоген-неогеновое время эта область была пенепленом (почти равниной). Об этом свидетельствуют находки реликтов коры физико-химического выветривания этих периодов и плоское плато Хибин.

Таблица 1. Схематическая геохронологическая шкала

Эра	Млн. лет	Период	Млн. лет
Кайнозой	0-65	<i>Антропоген</i>	0-1.64
		<i>Неоген</i>	1.64-23.3
		Палеоген	23.3-65
Мезозой	65-245-	<i>Мел</i>	65-146
		<i>Юра</i>	146-208
		Триас	208-245
Палеозой	245-570	Пермь	245-290
		<i>Карбон</i>	290-363
		<i>Девон</i>	363-409
		<i>Силур</i>	409-440
		<i>Ордовик</i>	440-510
		Кембрий	510-570
Протерозой	570-2500	<i>Поздний (рифей+венд)</i>	570-1650
		<i>Ранний (карелий)</i>	1650-2500-
Архей	2500- >3200	<i>Поздний (лопий)</i> <i>Ранний (саамий)</i>	2500- >3200

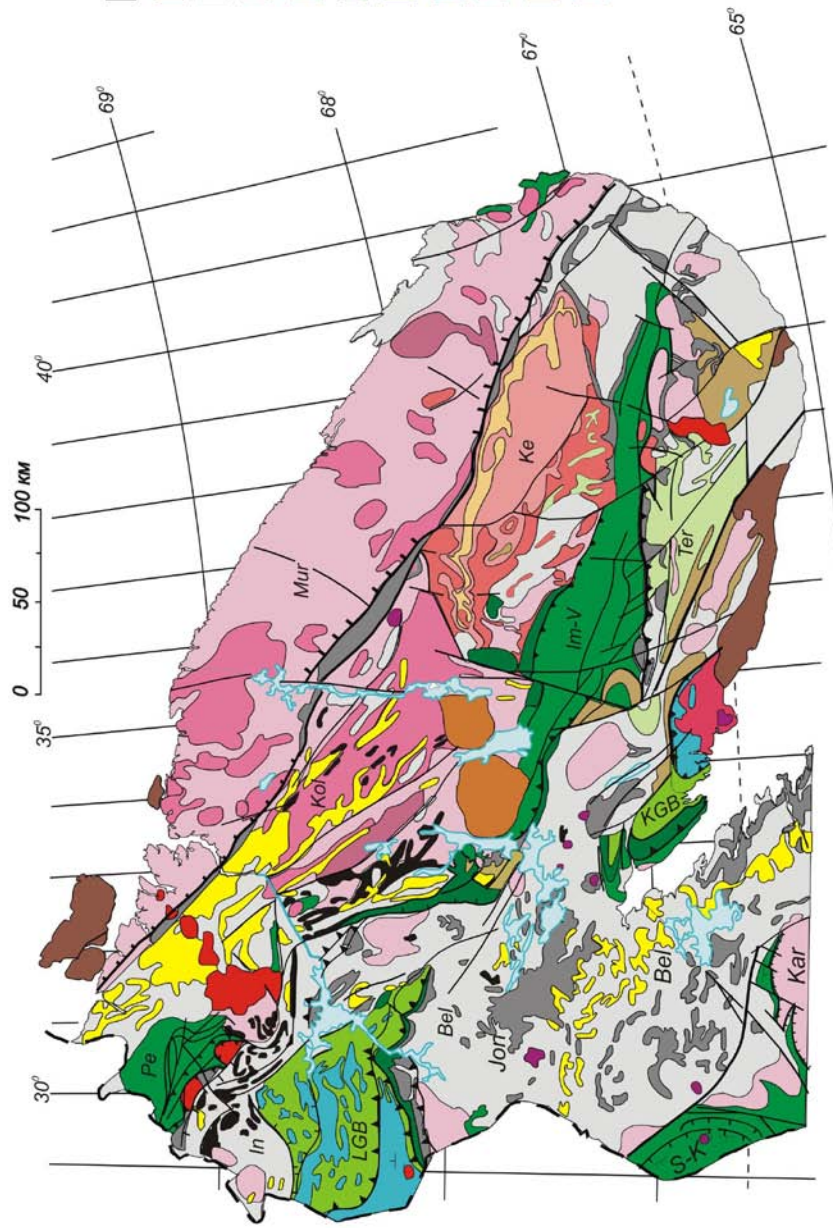


На территории Мурманской области сконцентрированы уникальные по составу и запасам минерально-сырьевые ресурсы. Найдены и в различной степени изучены более 40 месторождений, проявлений и точек минерализации, представляющих 40 видов минерального сырья. Из них эксплуатируются 70 месторождений с 29 видами полезных ископаемых. На долю Мурманской области приходится более 50 % запасов фосфатного сырья России, 18 % - цветных и 80 % - редких металлов, 85 % - флогопита, 97 % - кианита, 37 % - полевого шпата и пегматита, около 3 % - железных руд. Весьма значительны запасы и прогнозные ресурсы платинометалльных, титановых, хромитовых и баритовых руд, золота, алмазов, строительного и технического сырья.

Рис.1. Геолого-структурная карта Кольского региона Балтийского щита. (Составлена В.И.Пожиленко на основе [Геологическая карта ..., 1996]).

Террейны (блоки или домены): Mиг - Мурманский, K01 - Кольский, Вел - Беломорский, Тер - Терский, Ке - Кейвский, In - Инари. Пояса: Jоп - Енский, K-V - Колмозеро-Воронья (архейские зеленокаменные); LGB - Лапландский, KGB - Кандалакшско-Колвицкий (гранулитовые); Ре - Печенга, Im-V - Имандра-Барзуга (рифтогенные, раннепротерозойские).

1 - палеозойские интрузии; 2 - осадочные породы верхнего протерозоя. Ранний протерозой: 3 - граниты, гранодиориты и диориты; 4 - чарнокиты, граниты (а), щелочные граниты, в т.ч. позднеархейские в Кейвах (б); 5- вулканогенно-осадочные породы; 6 - анортозиты, габбро-анортозиты (в Кейвах - архейские), габбро, пироксениты, перидотиты; 7 - гранулиты основного и среднего состава; 8 - кислые гранулиты. Поздний архей: 9 - гранодиориты, диориты и эндербиты; 10 - глиноземистые и суперглиноземистые гнейсы и сланцы; 11 - кислые гнейсы; 12 - фрагменты зеленокаменных поясов (гнейсы, амфиболиты и метакоматиты); 13 - фрагменты железорудной формации (гнейсы, амфиболиты и железистые кварциты); 14 - гнейсы и сланцы; 15 - гнейсы и амфиболиты; 16 - гранодиориты и диориты; 17 - плагиограниты и гранито-гнейсы; 18 - кианит-гранат-биотитовые гнейсы; 19 - гранито - гнейсы, гнейсы, мигматиты и редко амфиболиты. 20 - элементы залегания. 21 - субвертикальные разломы и пологие надвиги, разделяющие протерозойские террейны. 22 - субвертикальные разломы и надвиги разной иерархии.



- |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |

- |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

За последние три десятилетия были доразведаны многие старые и выявлены новые месторождения и проявления цветных, благородных, редких металлов, хромита, фосфорных руд, барита, облицовочных камней, алмазов. На шельфе Баренцева моря, территориально прилегающего к Кольскому полуострову, были открыты уникальные месторождения углеводородного сырья, что послужило толчком для проектирования строительства газопроводов и нового морского порта в Мурманской области. Поскольку добыча и переработка минеральных ресурсов были, остаются и будут в ближайшие десятилетия ведущим фактором экономики Кольского региона, в течение последних лет было разработано несколько программ комплексного экономического развития Мурманской области с учетом освоения новых объектов минерального сырья, как на суше, так и на шельфе Белого и Баренцева морей. Но их реализация тормозится отсутствием инвестиций в экономику области, отставанием в развитии транспортной сети, недостаточной интенсивностью развития малого горного бизнеса - одного из наиболее эффективных методов быстрой и рентабельной отработки мелких и средних месторождений.

Исходя из новых данных о поисках и разведке полезных ископаемых в Мурманской области за последние годы и конъюнктуры рынка сырья в России и за рубежом, происходит переоценка стратегии добычи и переработки минеральных ресурсов. Так, возникла острая необходимость в черных металлах - хrome и титане, каолине, молотом мусковите, шунгизите, облицовочных камнях, не говоря уже о золоте, платине, алмазах. Обогащение и даже металлургический передел отдельных видов сырья целесообразнее вести в самой области, вблизи от мест добычи полезных ископаемых. Дополнительным стимулом для этого служит и высокая энергообеспеченность нашего региона. По количеству вырабатываемой электроэнергии на душу населения Мурманская область приближается к показателям самых энергообеспеченных стран, таких как Канада и Норвегия.

На рис. 2 приведены схемы пространственного распределения основных видов полезных ископаемых (минерального сырья) Мурманской области, из которых наглядно видно, что большинство месторождений и проявлений меди, никеля, платины, палладия, золота приурочено к Печенгско-Варзугскому

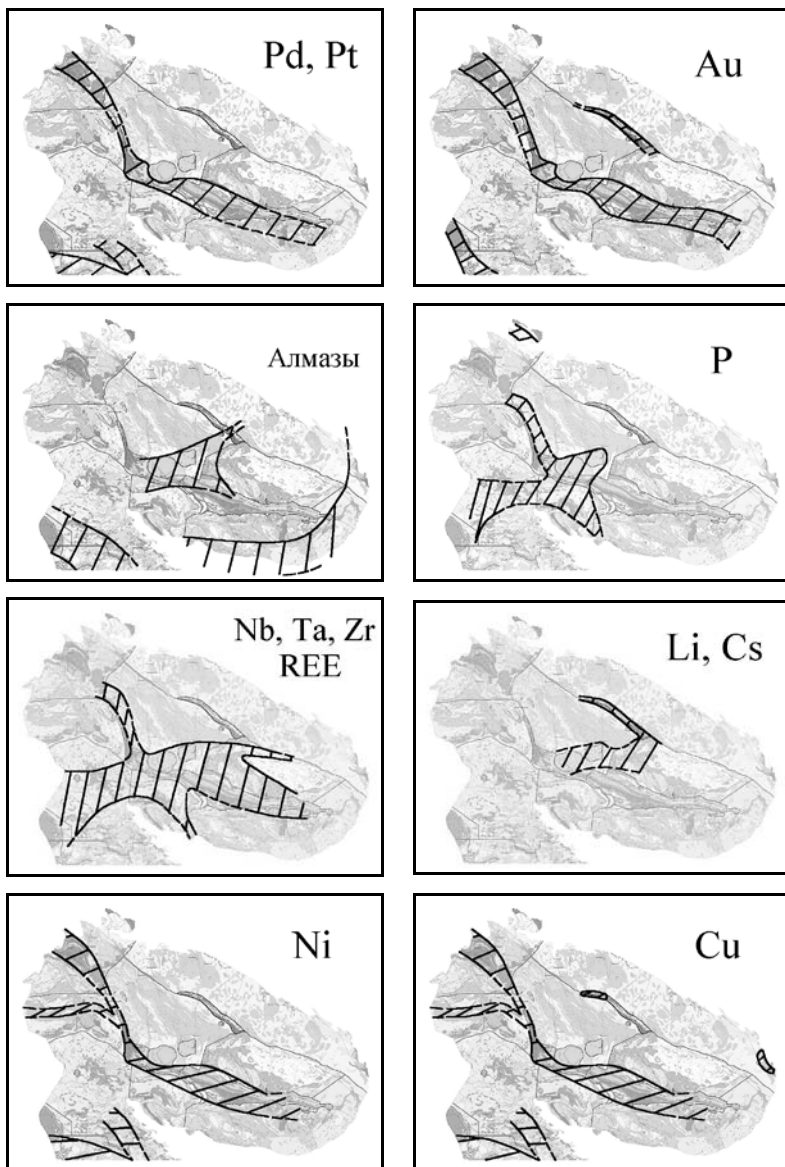
палеорифтогенному поясу (или "Цветному" поясу, по А.Е. Ферсману). Для платиноидов с медью и никелем выделяется еще одна зона на юго-западе области, включающая проявления Ковдозерское, Тридцатка, массив Глубокий. Она смещается на юго-восток в сторону Ветреного пояса (Республика Карелия), где уже выявлено новое рудопроявление Травяная Губа. С запада к ней примыкает еще одна ветвь, входящая в Северо-Карельскую металлогеническую зону (рудопроявления Луккулайсваара, Ципринга, Кивакка на территории Республики Карелия). Проявления меди и золота фиксируются также на площади архейской зоны Колмозеро-Воронья, а меди с попутными золотом и серебром - в Усть-Понойской структуре, расположенной в районе устья самой протяженной на Кольском полуострове реки Поной.

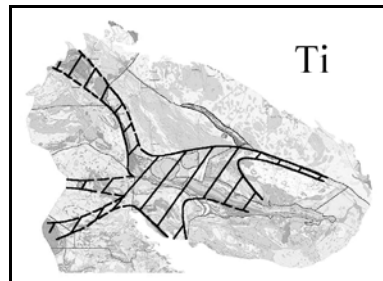
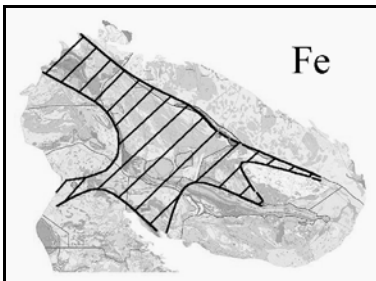
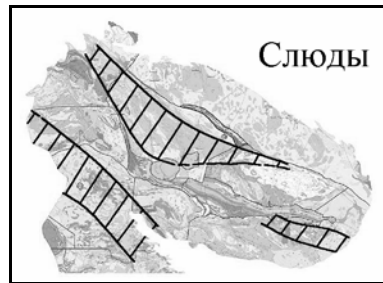
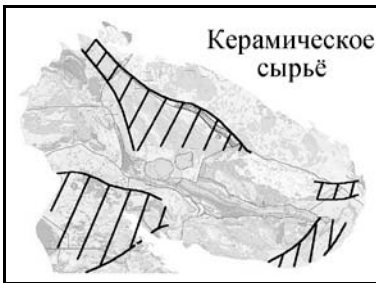
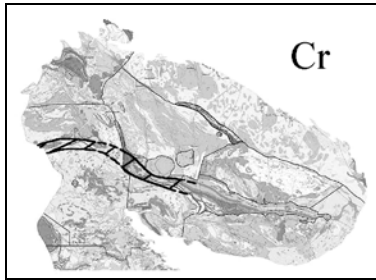
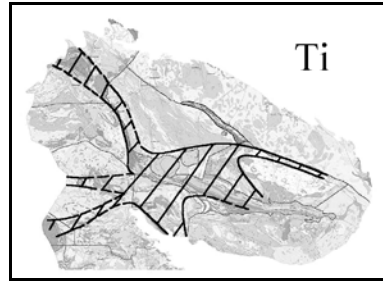
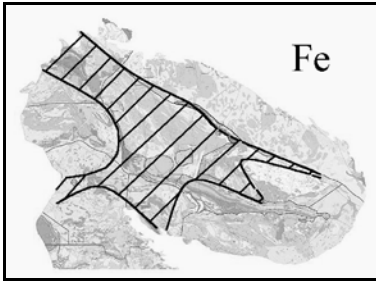
Сложным (ареальным) распространением пользуются рудопроявления железа разных формационных типов, хотя наиболее крупные промышленные месторождения железистых кварцитов сосредоточены лишь в пределах Оленегорской (Приимандровской) структуры в центре Кольского полуострова. Схожим распределением на площади Кольского региона характеризуются месторождения и рудопроявления титана. Наиболее перспективные рудные объекты сосредоточены в массиве Гремяха-Вырмес (ильменит-титаномагнетитовые руды), где уже ведутся разведочные работы, и в массивах габбро-анортозитовой формации на площади Кейвского террейна (Цагинское, Ачинское, Магазин-Мусюр, Медвежье-Щучьеозерское).

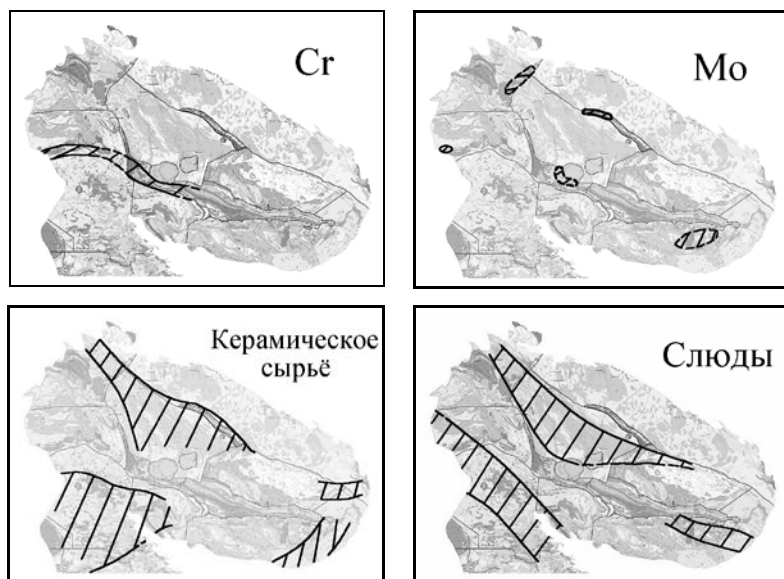
Проявления и месторождения хрома сосредоточены в пределах относительно узкой полосы от Серпентинитового пояса на западе Мурманской области (Падос) в сторону Мончеплутона (Сопчеозерское) и Имандровского лополита, расположенного к югу от Хибинских гор (Большая Варака, Умбареченское, Прихибинское, г. Девичья). Месторождения и рудопроявления молибдена разобщены между собой, поскольку связаны с разновозрастными магматическими формациями. Наиболее перспективные из них - Югас (Юрийоки) на границе с Финляндией и Пеллапахк в зоне Колмозеро-Воронья.

Большой комплекс редких и редкоземельных металлов (ниобий, тантал, стронций, иттрий, лантаноиды и др.) содержится в рудах Ловозерского месторождения. Локально

Рис.2. Пространственное распределение основных видов минерального сырья на территории Мурманской области







распространены месторождения лития и цезия в редкометалльных гранитных пегматитах зоны Колмозеро-Воронья (Васин-Мыльк, Полмос, Колмозерское). Бадделеит извлекается из руд Ковдорского месторождения, большие запасы циркония сосредоточены в эвдиалитовых рудах месторождения Аллуайв. Кроме того, цезий, галлий и др. редкие металлы могут извлекаться в качестве попутных, второстепенных по значимости компонентов из апатит-нефелиновых руд Хибинских месторождений.

Месторождения фосфора магматического генезиса (эндогенные) связаны с массивами нефелиновых сиенитов (Хибинский и Ловозерский), щелочно-ультраосновных пород (Ковдор, Вуориярви, Себлявр и др.) и плутоном Гремяха-Вырмес. В Мурманской области известны и проявления фосфора в осадочных фосфоритах (экзогенные) на полуостровах Рыбачий и Средний.

На площади ремобилизованных (измененных поздними метаморфическими процессами) террейнов - Мурманском, Центрально-Кольском, Терском, Беломорском) сосредоточены практически все месторождения керамических (Куруваара, Отрадное, Тетрино, Пялица, Коловай и др.) и мусковитовых (Риколатва, Неблагора, Стрельнинское, Слюдянское, Высокая Земля и др.) пегматитов, а также кварца (Перчатка) и облицовочных камней (Кузрека, Винга, Одьярв, Кирикован, Ена, Пояконда, Шонгуй и др.).

Энсиалические (расположенные на сиалической коре континентального типа) архейские зеленокаменные области содержат месторождения железистых кварцитов с мелкими проявлениями золота (Приимандровская структура в Центрально-Кольском террейне). Межтеррейновые шовные зоны имеют комплексную металлогеническую нагрузку, сочетающую признаки энсиалических и энсиматических (расположенных на симатической коре океанического типа) зон и имеющую ряд общих черт с архейскими зеленокаменными поясами Канады, Австралии, Бразилии, Южной Африки, Индии. Примером подобной структуры является зона Колмозеро-Воронья, где известны гидротермально-метасоматические проявления золота, связанные с продуктами толеит-коматитовой и гранодиоритовой серий (золото-кварц-малосульфидная формация), меди и молибдена (медно-пурпуровая формация), лития, цезия и бериллия (формация редкометалльных пегматитов). Небольшим распространением пользуются на территории этой зоны железистые кварциты и незначительные проявления медно-никелевой минерализации в породах с высоким содержанием магния - перидотитовых коматитах (г. Лешая).

Особое положение в металлогении Кольского региона занимает Кейвский геоблок (ремобилизованный террейн), который может быть сопоставлен с архейскими эпикратонными бассейнами. На его площади сохранились архейские, одни из самых древних в мире, переотложенные коры химического выветривания с месторождениями кианита и абразивного сырья (граната). С ним также ассоциируют проявления мусковитовых и керамических пегматитов, высокочистого кварца в метаморфогенных кварцевых жилах. В архейских щелочных гранитах и щелочных сиенитах на Кейвской возвышенности известны перспективные рудопроявления на



иттрий-циркониевое сырье с попутным флюоритом (например, Сахарйок). Там же известно и единственное на Кольском полуострове проявление вольфрама (г. Нусса). В габбро-анортозитовых массивах Кейвского террейна сосредоточены крупные месторождения ванадий-титано-железных руд. С эпохой протерозойской активизации связаны проявления редкоземельных элементов, ниобия, тантала, урана и тория в альбит-микроклиновых и амазонитовых пегматитах западной части Кейвского террейна. Нижние (базальные) уровни кейвского сланцевого комплекса содержат повышенные фоновые концентрации золота (около 0.1 г/т). Они могут быть отнесены к конгломерато-глинистой формации, близкой таковой в золотоносных рифах Витватерсранда (Южная Африка). За счет них могли формироваться россыпи золота на юго-востоке Кольского полуострова.

С раннепротерозойскими рифтогенными поясами связаны месторождения и проявления малосульфидных платинOMETALLНЫХ руд в ассоциации с медно-никелевой минерализацией в расслоенных ультрабазит-базитовых интрузиях (интервал формирования 2500-2400 млн. лет): Федорова Тундра, Малая Пана, Восточная Пана, Мончетундровское, г. Генеральской и др. С этими же структурами связаны медно-никелевые руды (с платиной и золотом) в габбро-верлитах (интрузии Печенгского рудного поля с возрастом 2000-1980 млн. лет); рудопроявления золота с серебром в кварцево-жильных и штокверковых зонах, а также в колчеданных рудах (Майское, Брагинское, Панареченское – все имеют возраст 1700-1600 млн. лет); проявления самородной меди (Полисарское и Среднеюзинское). По времени образования к месторождениям Печенгского рудного поля близки месторождения и проявления медно-никелевых руд в Лапландском гранулитовом поясе (Ловно, Лауку, Юнгес, Суэйнлагаш и др.) и в обрамлении Печенгской структуры (Аллареченское, Восток, Карикъявр).

С разломами северо-восточного простирания пространственно ассоциируют апатит-ильменитовые (титансодержащие) руды в габброидах массива Гремяха-Вырмес (1900-1970 млн. лет) и проявления молибдена в гранодиоритах лицко-арагубского комплекса (1760 млн. лет).

Палеозойский щелочной магматизм создал уникальные месторождения апатит-нефелиновых руд Хибинского

плутона, эвдиалитовых и лопаритовых руд (цирконий, титан, ниобий, редкие земли) в Ловозерском плутоне, апатит-магнетитовых и редкометалльных руд в массивах щелочно-ультраосновной с карбонатитами формацией (массивы Ковдор, Вуориярви, Себляярв и др.).

С молодыми рифтовыми структурами генетически связаны полиметаллические жилы с цинком и свинцом вдоль побережий Баренцева и Белого морей. Слабо алмазоносные кимберлитовые трубки палеозойского времени на юго-востоке Кольского полуострова фиксируют глубинные очаги магмообразования, что характерно и для других районов мира (Якутия, Южная Африка, Австралия, Канада, Архангельская провинция).

Все месторождения полезных ископаемых (ПИ) Мурманской области представлены тремя генетическими типами: эндогенным, экзогенным и метаморфогенным. Первые обусловлены интрузивной (внедрением в земную кору) или эффузивной (излияние лав) магматической деятельностью. Экзогенные месторождения своим происхождением обязаны процессам осадконакопления и выветривания (физического и химического). А метаморфогенные месторождения по первичной природе могут быть как эндогенными, так и экзогенными, но в последствии испытывавшими сложные изменения под воздействием температуры, давления и других физико-химических факторов. Среди эндогенных сырьевых объектов преобладают ликвационные, раннемагматические, позднемагматические, пегматитовые, грейзеновые, гидротермальные (железо, титан, медь, никель, фосфор, цирконий, редкие земли, цезий, литий, металлы платиновой группы, молибден, золото и др.). Метаморфогенные месторождения и проявления представлены метаморфическими и регионально-метаморфизованными (железистые кварциты, кианит, гранат и др.). В экзогенном типе выделяются остаточные (вермикулитовые и каолиновые коры выветривания, россыпи редких металлов, золота и, предположительно, алмазов), механические (глины, пески, гравий) и биохимические (доломиты, известняки, ракушечники, диатомиты).

На Баренцевоморской плите (шельф Баренцева, Печорского и Карского морей), сосредоточены самые крупные (прогнозные ресурсы – около 100 млрд. тун) на арктическом

шельфе России газоконденсатные и газо-нефтяные месторождения, входящие в зону прямых экономических интересов Мурманской области.

## **2. Природное и антропогенное (связанное с деятельностью человека) воздействие химических элементов и последствий хозяйственной деятельности на окружающую среду**

Мурманская область – один из наиболее динамично развивающихся регионов Севера европейской части России, начиная с 30-х гг. прошлого столетия. Интенсивное развитие горно-добывающего и перерабатывающего комплексов привело к ряду экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды.

Оценка влияния на здоровье человека ландшафтно-геохимических обстановок Кольского полуострова основана на учете условий миграции и накопления химических элементов в компонентах ландшафта. Большинство источников питьевого водоснабжения характеризуется низким содержанием фтора и магния – менее 0,4 мг/л. Только отдельные участки имеют содержание магния до 0,8-1,0 мг/л и фтора более 0,5 мг/л. Нехватка этих и некоторых других элементов может способствовать возникновению ряда заболеваний. К неблагоприятным геохимическим условиям относится также обогащение ландшафтов характерными для отдельных районов Кольского полуострова ассоциациями элементов и соединений: сера (сульфаты, кислоты) - никель-кобальт-медь-селен (связь с переработкой медно-никелевых руд в Мончегорском и Печенгском рудных районах) и натрий-калий-азот (нитраты) - стронций-барий-фтор-цирконий-ниобий-торий (связь с переработкой нефелин-апатитовых и лопаритовых руд в Кировско-Апатитском и Ловозерском рудных районах). Закреплению большинства техногенных аэрозолей в верхнем органическом горизонте почв способствуют торф и мохотрашниковая подушка, которая присутствует почти во всех тундровых и таежных ландшафтах. Крайне низкий потенциал самоочищения природных геосистем характерен для бессточных котловин и заболоченных пространств, таких как верховья рек Варзуга, Стрельна и Поной.

Естественный радиационный фон Кольского полуострова складывается из космического излучения и излучения природных радиоактивных веществ, содержащихся в поверхностном слое земной коры. Основной вклад в формирование мощности экспозиционной дозы гамма-излучения вносят естественные радиоактивные элементы в составе горных пород – калий, торий и уран. На всей территории преобладают довольно низкие уровни радиации, особенно в пределах заболоченных мест – 2.5 мкР/час (микрорентген в час). Повышенные значения уровня радиации (до 20 мкР/час) характеризуются участки с выходами на поверхность коренных пород. Максимальных значений (до 50 мкР/час) уровень радиации достигает в районе Хибинского и Ловозерского массивов, что обусловлено высоким содержанием в породах радиоактивных элементов: урана – до 0.001 %, тория – до 0.0015 %, калия – от 1 до 5 %. Необходимо отметить, что наибольшую опасность для здоровья человека представляет излучение радия, урана и тория. Выявлено несколько десятков локальных гамма-аномалий с интенсивностью от 25 до 10000 мкР/час. Например, они отмечены в Терском районе, в верхнем течении реки Пана, в долине реки Варзуга, в прибрежной полосе Белого моря и в окрестностях поселка Умба. Все гамма-аномалии расположены в удалении от городов и поселков и не представляют угрозы для здоровья населения.

По ландшафтно-геохимическому критерию в пределах Мурманской области выделено 8 медико-географических районов. В Печенгском районе повышенные концентрации в почвенно-растительном покрове никеля, меди, кобальта могут способствовать заболеванию почечно-каменной болезнью. В Мончегорском районе повышенные концентрации в почвах никеля, меди, хрома способствуют возникновению желчно-каменной болезни. В Хибино-Ловозерском районе наличие в почвенно-растительном покрове стронция, циркония, никеля и меди создает условия заболевания почечно-каменной болезнью. Низкое содержание в природных водах фтора практически на всей территории Кольского полуострова приводит к заболеванию кариесом зубов. Наиболее благоприятные условия для жизни имеются на юго-западе Кольского п-ова, в Ковдорско-Колвицком районе.

В 2001 году в атмосферу на территории области было выброшено около 370 тыс. тонн загрязняющих веществ, из которых 63 % пришлось на предприятия цветной металлургии (ОАО “ГМК Печенганикель” и ОАО “Комбинат Североникель”), 5 % - на черную металлургию (ОАО “Олкон” и ОАО “Ковдорский ГОК”) и 18 % - на горно-химическую промышленность (ОАО “Апатит”), 16% - на ТЭЦ и котельные и 9 % - на военные объекты. Наибольший вклад в загрязнение вносят выбросы диоксида серы – сернистого газа, в меньших количествах присутствуют окись углерода, диоксид азота, формальдегид и бенз (а) пирен. Загрязнение воздуха диоксидом серы наиболее высокое в районе городов Мончегорск, Заполярный и поселка Никель. В городе Кандалакша зафиксировано значительное содержание в воздухе бензапирена, фтористого водорода и солей фтористоводородной кислоты (твердых фторидов), обусловленных деятельностью Кандалакшского алюминиевого завода. Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха городов вносит автотранспорт, от выхлопных газов которого создаются высокие концентрации диоксида азота, оксида углерода, формальдегида. Вклад автотранспорта составляет 31 % от суммарных выбросов в воздушную среду по области. В целом комплексный индекс загрязнения атмосферы в населенных пунктах области ниже, чем средний для городов России.

Почвы в Печенгском и Мончегорском районах значительно загрязнены ассоциацией никель-медь-кобальт, которая характерна для выбросов в атмосферу предприятий цветной металлургии. Здесь же отмечаются техногенные пустоши с полностью уничтоженным почвенно-растительным покровом. В состав ассоциации элементов, создающей аномалию в районе городов Кировск и Апатиты, входят алюминий, стронций, фосфор, фтор. Сумма этих элементов в почвах в 100 раз превышает фоновую концентрацию. Это обусловлено как природным фактором (щелочные породы с фосфорно-редкометалльной минерализацией), так и техногенным (добыча и переработка руд). Современный уровень концентраций никеля и меди в поверхностных водах региона характеризуется локальными проявлениями повышенного содержания в коренных породах, а также за

счет многолетнего техногенного воздействия медно-никелевых комбинатов “Печенганикель” и “Североникель”.

Основным источником загрязнения почв радиоактивными изотопами (цезий-137, цезий-134, стронций-90 и др.) является выпадение атмосферных осадков, несущих следы испытаний ядерного оружия в атмосфере, проводившихся до 1963 года на Новой Земле в Северном Ледовитом океане, и от Чернобыльской аварии в 1986 году на Украине. По содержанию радионуклида цезия-137 территория Кольского полуострова относится к незагрязненной, хотя и отмечаются повышенные концентрации на северо-западе области. Они могут быть связаны с захоронением радиоактивных отходов отработанного топлива атомных подводных лодок Северного флота.

В 2001 г. общее количество опасных отходов по области составило 925,5 тыс. тонн, из них 25,4 т – 1-го класса (наиболее опасных и токсичных), 17305,9 тонн – 2-го класса, 200850,5 тонн – 3-го класса, 707391,6 тонн – 4-го класса опасности. Основной вклад в образование отходов 1-го класса опасности вносят ртутьсодержащие отходы, 2-го – нефтепродукты. В связи с тем, что Мурманская область уникальна по концентрации ядерных объектов, особого внимания требует радиационная безопасность. По предварительным оценкам, только при утилизации 55 атомных подводных лодок образуется 30 тыс. куб.м радиоактивных отходов суммарной активностью около 1 млн. Кюри.

Ежегодно в водные объекты Мурманской области сбрасывается около 1850 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, что приводит к загрязнению донных осадков рек, ручьев, но особенно бессточных водоемов (озер). Из загрязненных вод, попадающих в поверхностные воды, недостаточно очищенными являются около 300 млн. м<sup>3</sup> и примерно 100 млн. м<sup>3</sup> сбрасывается без очистки. Наиболее интенсивно ущерб водному фонду области наносится такими горнодобывающими предприятиями, как ОАО “Апатит”, комбинаты “Североникель” и “Печенганикель” ОАО “Кольская ГМК”, ОАО “Ковдорский ГОК”, ОАО “Ковдорслюда”, ОАО “Ловозерская горная компания”, ОАО “Олкон”, Кандалакшский алюминиевый завод - “КАЗ-СУАЛ”. Значительный вклад в загрязнение водоемов вносят предприятия ЖКХ: ГОУП “Мурманскводоканал”, ГУП “Апатитыводоканал”, МУП “Мончегорскводоканал”, ГУП “Кан-

далакша-водоканал", ГУП "Оленегорск-водоканал", МУП "Североморскводоканал", ГВКП "Водоканал" г. Полярный. Доля промышленности в общей массе загрязненных вод составляет 62,9%, предприятий ЖКХ – 35,5%, сельскохозяйственных предприятий – 0,5%, прочих организаций – 1,1%.

В местах длительной деятельности скопились огромные объемы отходов, хвостов, отвалов. Хозяйственная деятельность ГОК-ов, металлургических комбинатов и других крупных промышленных предприятий в течение последних десятилетий привела к значительным нарушениям растительного мира, изменениям ландшафта, накоплению огромных объемов (сотни млн. т) отвалов и отходов, загрязнению значительных площадей, а также к активизации техногенной сейсмичности и других опасных явлений.

Наиболее высокая напряженность экологической ситуации, являющейся результатом повышенных уровней нагрузок загрязняющих веществ на наземные и водные экосистемы при значительной плотности населения, присуща таким городам области, как Мончегорск, Никель, Заполярный, Ковдор, Кандалакша. На преобладающей части территории Кольского полуострова напряженность экологической ситуации отсутствует или низкая.

### **3. Классификация полезных ископаемых Мурманской области**

#### **Металлические полезные ископаемые:**

Черные металлы - **Fe, Ti, V, Cr**

Цветные металлы - **Al, Ga, Cu, Ni, Co, Mo, Pb, Zn, W, Sn**

Редкие и редкоземельные металлы - **Zr, Hf, Nb, Ta, REE, Y, Sr, Li, Cs, Rb, Be** и др.

Радиоактивные металлы - **Th, U**

Благородные металлы – **Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os**

#### **Неметаллические полезные ископаемые:**

Группа фосфора - **P**

Группа серы - **S, Se, Te**

## Индустриальные минералы и породы:

1. Агрохимическое сырье: **апатит, форстерит, вермикулит**, фосфорит, ракушечник.
2. Огнеупорное сырье: **бадделейт, форстерит, хромит**, циркон, ильменит, магнезит, кианит, силлиманит, диопсид.
3. Флюсовое сырье: **кварцит**, доломит, флюорит, перовскит.
4. Керамическое сырье: **керамические пегматиты, калиевые полевые шпаты**, мелилитит, сподумен, каолинит, эвдиалит.
5. Электротехническое сырье: **мусковит, флогопит**.
6. Техническое сырье: **нефелин, флогопит, вермикулит, карбонатит, сунгулит, эгирин, кварц**, кианит, тальк, графит, барит, асбест.
7. Химическое сырье: **титанит (сфен), титаномагнетит, сера** (пирит, пирротин), диатомит.
8. Оптическое сырье: **кварц**, флюорит, диопсид.
9. Абразивное сырье: гранат, алмаз.
10. Строительное сырье:
  - *камень*: **строительный** (щебень, бут, поребрик);
  - *гравийно-песчаный материал*: **строительный** (бетон, растворы, обратная засыпка, планировка); **промышленный** (флюсы);
  - *глины*: **кирпичные** (кирпичи, строительные блоки); **керамические** (черепица, керамика, керамзит, фаянс) и огнеупорные;
  - *шунгизиты* (легкие заполнители).
11. Декоративно-облицовочное - **гранит, габбро, пироксенит, гранатовый амфиболит, хибинит, доломит, амазонитовая крошка, диорит**, анортозит, тингуаит, авантюриновый кварцит, красноцветный песчаник.
12. Ювелирно-поделочное: **аметист, амазонит, сапфир, эвдиалит, астрофиллит, тингуаит, доломит, серпофит, яшма, жемчуг, алмаз, хризолит**.

## Природные воды

### Углеродородное сырье

## Перечень химических элементов (в порядке атомных номеров) и главных промышленных типов минералов и пород - носителей этих элементов

3. Li - сподумен, гольмквистит
4. Be - берилл



6. **C** - графит, алмаз, шунгизит
9. **F** - флюорит
11. **Na** - сода, эгирин, керамический пегматит, ийолит, ур-тит, ричсорит
12. **Mg** - форстерит, флогопит, вермикулит, диопсид, тальк, асбест, серпофит, сунгулит
13. **Al** - нефелин, кианит, силлиманит, каолинит, гранат, сапфир, глины кирпичные
14. **Si** - кварц, аметист, кварцит, диатомит, яшма
15. **P** - апатит, фосфорит
16. **S** - пирротин, пирит
19. **K** - мусковит, амазонит, калиевый полевой шпат
20. **Ca** - доломит, карбонатит, жемчуг, ракушечник
21. **Sc** - тортвейтит
22. **Ti** - ильменит, сфен, перовскит, титаномагнетит, лопарит, астрофиллит
23. **V** - ильменит, титаномагнетит
24. **Cr** - хромит
26. **Fe** - гематит, магнетит, мартит, титаномагнетит, ильменит
27. **Co** - пентландит, кобальтин, пирротин
28. **Ni** - пентландит, пирротин
29. **Cu** - халькопирит, борнит
30. **Zn** - сфалерит
31. **Ga** - нефелин
32. **Ge** - гематит, магнетит
34. **Se** - клаусталит
37. **Rb** - лепидолит, нефелин, амазонит
38. **Sr** - апатит, лопарит, эвдиалит
39. **Y** - иттробритолит
40. **Zr** - циркон, бадделеит, эвдиалит
41. **Nb** - пирохлор, лопарит, фергусонит
42. **Mo** - молибденит
44. **Ru** - лаурит
45. **Rh** - звягинцевит, пирротин
46. **Pd** - меренскит, звягинцевит, брэггит, соболевскит, сопчеит
47. **Ag** - серебро самородное, электрум, гессит, аргентит
50. **Sn** - касситерит
52. **Te** - алтаит, висмутотеллурид

- 55. Cs - поллуцит
- 56. Ba - барит
- 57-71. **La, Ce** и др. - лопарит, бритолит, монацит, апатит
- 72. Hf - циркон, бадделеит, эвдиалит
- 73. **Ta** - танталит, колумбит, лопарит, микролит
- 74. W - шеелит, вольфрамит
- 76. Os - эрлихманит
- 77. Ir - изоферроплатина
- 78. **Pt** - платина самородная, изоферроплатина, спериллит, мончеит
- 79. **Au** - золото самородное, электрум, палладистое золото
- 82. Pb - галенит
- 83. Bi - висмутин, самородный висмут
- 90. Th - торит, циртолит, перовскит
- 92. U - уранинит, настуран, гатчеттолит

Шестьдесят четыре химических элемента таблицы Д.И. Менделеева представлены в промышленных концентрациях в месторождениях и проявлениях твердых полезных ископаемых Кольского региона, из них 39 относятся к добываемым (выделены жирным шрифтом).

**Алфавитный список индустриальных минералов и пород Кольского полуострова:**

- Алмаз, **амазонит, аметист, анортозит, апатит, астрофиллит**
- Бадделеит, барит**
- Вермикулит**
- Габбро, глины легкоплавкие, гранат, гранит, графит**
- Диабаз, диатомит, диопсид, доломит**
- Жемчуг
- Ильменит
- Каолинит, карбонатиты, **кварц плавленый, кварцит,**
- кианит
- Мелилитит, **мусковит**
- Нефелин**
- Оливинит**
- Перовскит, пирит, **пироксенит, пирротин, полевой шпат**
- Ракушь
- Серпофит, сунгулит, строительные материалы**

Тальк, **тингуаит, титанит (сфен), титаномагнетит**  
**Флогопит**, флюорит, фосфорит  
**Хибинит** (уртит), **хромит**  
Шунгизит  
**Эвдиалит, эгирин**  
**Яшма**

*Примечание:* **жирным** шрифтом выделены добываемые индустриальные минералы.

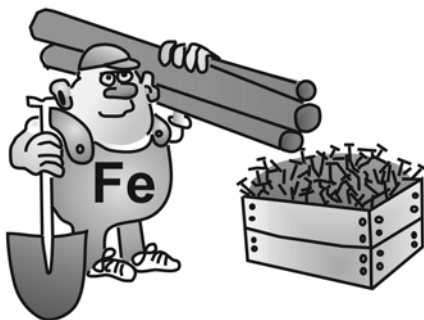
---

#### 4.. Металлические полезные ископаемые

##### Черные металлы

##### Железо Iron

Железо и металлургические продукты на основе железа (сталь, чугун, сплавы) являются основой практически всех промышленных конструкционных материалов. Наличие



собственной железорудной сырьевой базы является основой промышленного развития любой страны. Потребление железа в мире все время растет. К началу XXI века производство стали в мире перешагнуло рубеж 1 млрд. тонн, а в последние 2-3 года наблюдается бум с ростом мощностей до 8 % в год. При этом цена на различных рынках увеличилась в 1,5-2 раза.

Добыча железных руд и получение высококачественных концентратов является одной из важнейших отраслей экономики Мурманской области. В Оленегорском рудном районе ОАО "Олкон" разрабатывает открытым способом 5 месторождений железистых кварцитов: Оленегорское (1), Кировогорское, им. проф. Баумана, XV лет Октября и Комсомольское. Тип руд - железистые кварциты; минералы-носители железа - гематит, магнетит, мартит. Содержит

жание  $Fe_{\text{общ}}$  в рудах - 29.6-31.2%. Попутными полезными компонентами могут являться золото (до 0.1 г/т) и германий (до 4 г/т). Наиболее рентабельная, приповерхностная часть крупных месторождений истощена, поэтому актуален вопрос строительства подземного рудника на Кировогорском месторождении. Оленегорский ГОК является одним из крупнейших в Северном регионе производителей высокопрочного щебня из вскрышных кварцитов. На Оле-

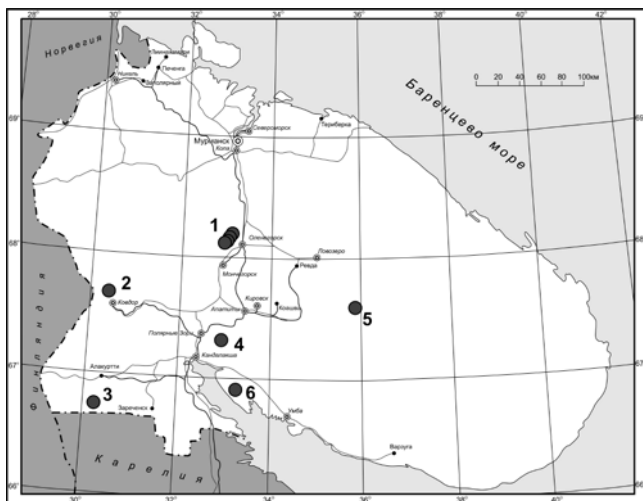
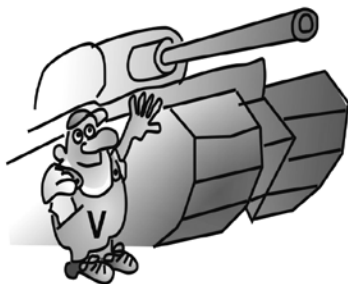


Рис.3. Схема размещения железорудных объектов

негорском карьере с 1981 г. используется дробильно-конвейерный комплекс циклично-поточной технологии мощностью до 12 млн. т в год. Основным потребителем вырабатываемого железного концентрата является АО "Северсталь".

ОАО "Ковдорский ГОК" разрабатывает Ковдорское железорудное месторождение (2). Комплексные апатит-магнетитовые и маложелезистые апатит-силикатные руды содержат 11-29 %  $Fe_{\text{общ}}$ . Из руды извлекаются также апатит и бадделит. Обеспеченность запасами – долговременная.

К перспективным месторождениям железа относятся апатит-магнетитовое Тухта-Вара (3), перовскит-титаномагнетитовое Африкандское (4), Цагинское (5) и Колвицкое (6).



**Титан Titanium**  
**Ванадий Vanadium**

Титан по прочности является одним из лидеров среди металлов, а по весу он почти в два раза легче стали. Сплавы титана используются в авиационной и ракетной технике, для военного судостроения и в химической промышленности. Карбид титана, обладающий высокой твердостью, применяется для изготовления режущих инструментов. Губчатый титан широко используется в вакуумной технике. Оксид титана ( $TiO_2$ ) применяется в лакокрасочном производстве. Для получения титана в основном используются ильменитовые, рутиловые и титаномагнетитовые руды.

Основное количество ванадия потребляют предприятия черной металлургии. Металл используется в качестве легирующего элемента при производстве высокопрочных низколегированных сталей, используемых для сооружения трубопроводов, строительных конструкций, в ядерных реакторах, в авиационной и ракетной технике. Спрос на ванадий все

время растет и в начале XXI века потребность в нем может составить 60 тыс. тонн в год. Наиболее важными по запасам и масштабам добычи являются магматические месторождения титаномагнетита (0.1-1 % ванадия).

В Мурманской области соединения титана в незначительных количествах извлекаются на ОАО "Апатит" в качестве попутного компонента. Содержание  $TiO_2$  в комплексных апатит-нефелиновых рудах Хибинских месторождений (1) в среднем составляет 2,5-3 %. Рудными минералами являются титанит (сфен) и титаномагнетит. Титаномагнетитовый концентрат (около 200 тонн в год) используется в качестве утяжелителя буровых растворов и в производстве титановых

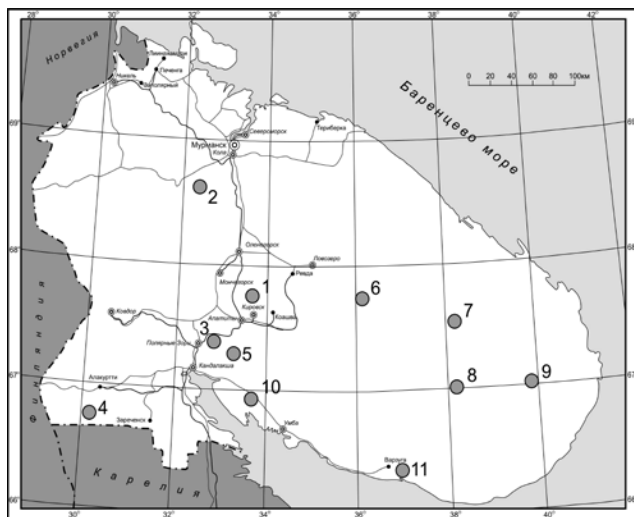


Рис. 4. Схема размещения месторождений и проявлений титана и ванадия

шлаков. То есть, концентрат используется не как сырье для выплавки металла, а как индустриальные минералы. Титанитовый концентрат (его можно выпускать до 1200 тонн в год) используется для производства обмазок сварочных электродов и получения пигментов. Титан является полезным компонентом при переработке лопаритовых руд Ловозерского редкометалльного месторождения (содержание  $TiO_2$  до 2 %).

Главные перспективы в отношении титана в Мурманской области связаны с габбро-перидотитовым массивом Гремяха-Вырмес (2). Комплексные апатит – ильменит - титаномагнетитовые руды содержат от 6 до 15 %  $TiO_2$ , 17-30 %  $Fe_2O_3$ , 3 %  $P_2O_5$ . Руды образуют пластообразные тела и доступны для открытой разработки. Значительными ресурсами титана обладают перовскит-титаномагнетитовые руды щелочно-ультраосновных массивов Африканда (3), Vuoriaarvi (4), Салмагора (5). Руды образуют крупные трубообразные тела мощностью несколько сотен метров и значительной протяженностью. Содержание  $TiO_2$  в них от 5 до 10 %,  $Fe_2O_3$  - от 10 до 15 %.

Месторождения титаномагнетитовых руд с попутным ванадием приурочены к габбро-анортозитовым массивам - Цагинское (6), Магазин-Мусюр (7), Патчерв-тундра (8), Ачинское (9) и др. Руды слагают крупные линзовидные и пластовые тела с содержанием  $TiO_2$  5-6 %,  $Fe_2O_3$  20-32 %, V- 0.25-0.6 %, Co до 0.02 %.

Ильменит-титаномагнетитовые месторождения и рудопроявления связаны с небольшими клинопироксенит-верлитовыми массивами Сальнотундрово-Колвицкой зоны (10). Содержание титана в рудах колеблется от 5.4 до 7.8 %, ванадия - от 0.15 до 0.34 %.

К россыпным проявлениям относится Усть-Варзугская циркон-ильменитовая россыпь (11). Это прибрежно-морская песчаная линза с содержанием полезных компонентов циркон+лопарит+ильменит от 10 до 120 кг/м<sup>3</sup> в соотношении минералов 1:1:4.

## **Хром Chromium**

Хром применяется в сталелитейной, машиностроительной и химической промышленности. Около 80 % всех добываемых в мире хромитовых руд перерабатывается на феррохром, 10-15 % - на металлический хром и его соли и около 3-5 % - на огнеупоры. В производстве огнеупорной продукции использование хромитов резко сокращается в пользу более эффективных и экологически безопасных материалов.

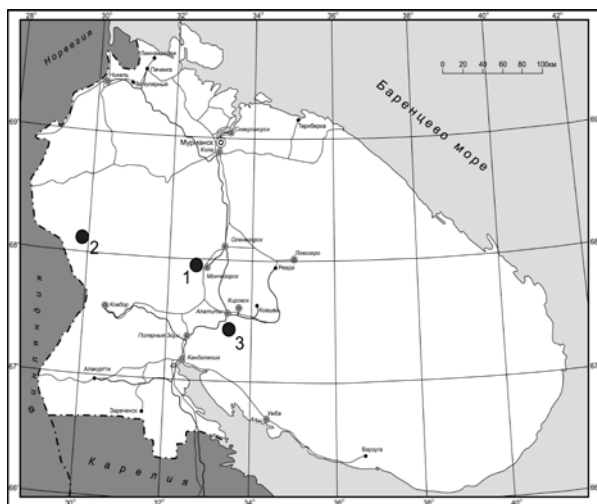


Рис. 5. Схема размещения основных месторождений и проявлений хрома

Хромитовые руды на Кольском полуострове известны в трех интрузивных комплексах: в Монче-плутоне - Сопчеозерское месторождение (1), в ультраосновных массивах "Серпентинитового пояса" – проявление Падостундра (2), и в Имандровском комплексе (3) – Большая Варкава, Восточно-Умбареченское, Девичьтундровское проявления и др. В первых двух случаях проявления хромитов связаны с дунитами, в третьем – с габброноритами. Наиболее перспективным в экономическом плане (рентабельность разработки, близость к промышленно развитым районам) является месторождение Сопчеозерское. Содержание  $Cr_2O_3$  в рудах Сопчеозерского месторождения составляет 20-30 %, запасы оце-



ниваются в 8-10 млн. тонн. Пластовая рудная залежь прослежена на глубину 800 метров при ширине 120-200 метров, мощность варьирует от 5-10 до 35 метров. На месторождении начаты вскрышные работы. Хромит предполагается использовать в качестве огнеупорного сырья (индустриальный минерал), а не для выплавки металлического хрома.

Руды Большой Вараки содержат 22-25 %  $Cr_2O_3$ , прогнозные ресурсы более 20 млн. тонн. В пределах массива выявлены 4 пластовые залежи хромитов мощностью от 0.5 до 2 метров. Рудопроявление Восточно-Умбареченское представляет собой жилу мощностью 1 метр, прослеженную на 100 метров. Среднее содержание полезного компонента – 25 %, прогнозные ресурсы - около 30 млн. тонн. Рудопроявление горы Девичьей имеет прогнозные ресурсы до 20 млн. тонн, при среднем содержании  $Cr_2O_3$  20 %. Руды проявления Падостунд-ра содержат в среднем 26.6 %  $Cr_2O_3$ , ресурсы - 10 млн. тонн.

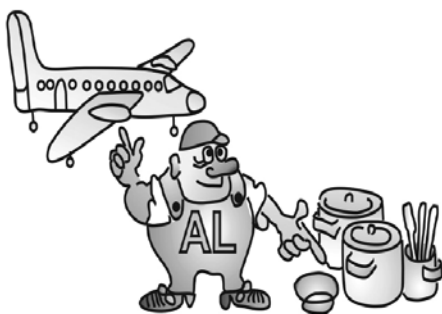
## Цветные металлы

### Алюминий Aluminium

### Галлий Gallium

Алюминий используется для производства легких сплавов и в значительных масштабах потребляется такими отраслями машиностроения как самолетостроение, автомобилестроение, а также в производстве ракетной техники, товаров бытового назначения (посуда, упаковка для пищевых продуктов) и др. Спрос на алюминий и глиноземное сырье растет, и в начале XXI века годовой объем потребления алюминия превышает 30 млн. т.

Галлий - редкий элемент, для которого характерно сонахождение вместе с алюминием. Используется в наукоём-



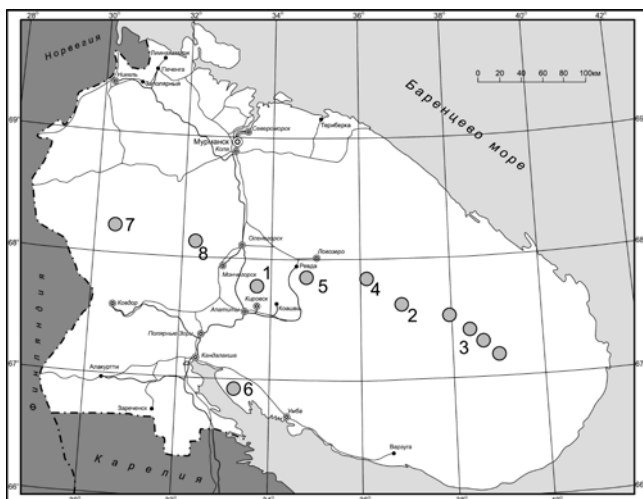


Рис. 6. Схема размещения основных месторождений и проявлений высокоглиноземистого сырья

ких отраслях: лазерная техника, электротехника, оптика и микроэлектроника.

Мурманская область не обладает месторождениями бокситов – традиционного и основного вида сырья для получения алюминия. В связи с резким ростом спроса на металл в развитых странах разрабатываются технологии получения алюминия из нетрадиционных источников сырья (нефелины, анортозиты, кианиты и др.). По ресурсам нетрадиционных видов высокоглиноземистого сырья Кольский край занимает ведущее место в мире.

В Мурманской области ОАО "Апатит" ежегодно производит около 1 млн. тонн нефелинового концентрата из апатит-нефелиновых руд Хибинской группы месторождений (1). Концентрат содержит 30-32 %  $Al_2O_3$  и 0.004 % Ga. Он поступает на Пикалевское ПО "Глинозем", где из него методом спекания с известняком получают глинозем, соду, поташ, галлий и цемент. Большая часть нефелина после выделения апатита уходит в хвостохранилище, образуя тем самым громадное по запасам техногенное месторождение - более 700 млн. тонн (из них 200 млн. тонн нефелина). В меньших ко-

личества нефелин присутствует в хвостах обогащения лопаритовых руд Ловозерского месторождения (5). Высокого качества низкожелезистый нефелин может добываться попутно на иттрий-циркониевом месторождении Сахарйок (2).

Одним из перспективных видов сырья для производства технического глинозема является кианит из кианитовых сланцев Кейвской группы месторождений (3). В пределах области размещаются крупные анортозитовые массивы - Цагинский (4), Колвицкий (6), Главного Хребта (8) и др., которые могут рассматриваться как перспективные источники глинозема при наличии соответствующих технологий и при условии комплексных разработок, поскольку они одновременно содержат и титаномагнетитовые руды.

## **Никель Nickel** **Кобальт Cobalt**

Подавляющая часть никеля используется для получения легированных сталей и сплавов, которые отличаются жаропрочностью, высокими механическими, антикоррозионными, магнитными и термоэлектрическими свойствами. Он применяется также для нанесения антикоррозионных покрытий (никелирования)



различных металлических изделий и используется как катализатор. Кроме того, из него изготавливают аккумуляторы для электронной техники. Никель является стратегическим металлом, уровень

потребления которого характеризует степень промышленного развития страны. По производству никеля Россия занимает 1-е место в мире (230-250 тыс. т или около 25 % мирового производства). Мурманская область является вторым по

значению в России районом добычи никелевых руд (после Норильского района) - около 18 % общероссийской. Кобальт применяется главным образом в производстве жаропрочных, магнитных, сверхтвердых и коррозионно-стойких сплавов и покрытий. На основе кобальта изготавливают катализаторы для химических производств органического синтеза. Соединения кобальта используются для получения стойких эмалей и красок.

Никель и кобальт в рудах часто находятся совместно. Их основные промышленные типы руд: сульфидные медно-никелевые и силикатные никелевые, а для кобальта также – окисленные кобальто-медные.

Месторождения никеля и кобальта Мурманской области принадлежат к сульфидному медно-никелевому типу и связаны с массивами основных-ультраосновных пород. Месторождения образуют серии согласных пластообразных залежей, линзо- и жиллообразных тел; длина по простиранию и падению от десятков до многих сотен метров; мощность от

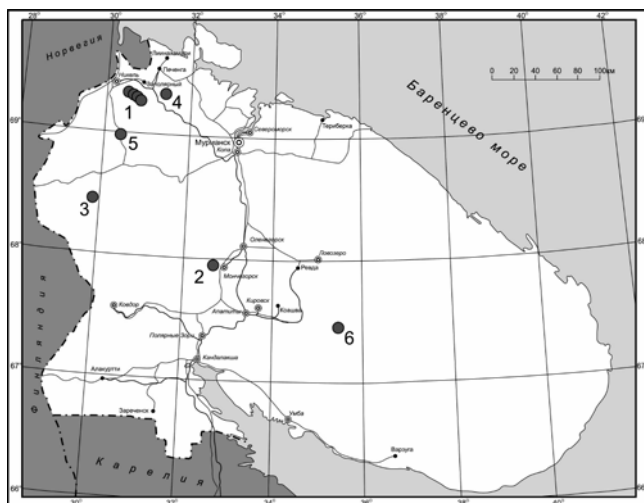


Рис. 7. Схема размещения основных месторождений и проявлений никеля и кобальта

нескольких до многих десятков метров. Типы руд - массив-

ный, брекчиевидный и прожилково-вкрапленный; минеральный состав - халькопирит-пентландит-пирротин с пиритом. Попутные полезные компоненты - золото (до 0.1 г/т), серебро (до 3.4 г/т), металлы платиновой группы (до 0.3 г/т), сера, селен и теллур.

Наиболее значимые месторождения кобальт-медно-никелевых руд Мурманской области связаны с ультраосновными массивами и продуктивной толщей Печенгской структуры (1). АО "Печенганикель" разрабатывает четыре месторождения Ждановское, Заполярное, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка с содержанием в рудах никеля от 0.5 до 2.5 % и кобальта от 0.02 до 0.17 %. С выведением к 2010 г. на проектную мощность (6 млн. т руды в год) нового рудника "Северный – Глубокий" одним шахтным полем будут осваиваться запасы глубоких горизонтов Ждановского и Заполярного месторождений, а в перспективе - месторождений Верхнее - Спутник, Быстринское и Тундровое. Множество мелких и даже средних по запасам рудопроявлений в пределах Печенгской структуры (Соукер, Колос-Йоки, Южная и Северная Мирона, Пахта-Ярви и др.) представляют интерес для малого горного бизнеса.

Определенные промышленные перспективы связаны с доизучением глубоких горизонтов и флангов медно-никелевых месторождений Мончегорского района (2) - Ниттис-Кумужья-Травяная, Нюд и Сопча, эксплуатация которых была прекращена в 1970 гг. Помимо основных компонентов - меди и никеля, руды этих месторождений характеризуются высокими содержаниями попутных компонентов: золота (0.3 и выше г/т), серебра (до 8 г/т), металлов платиновой группы (до 10 и выше г/т).

В 1990 гг. с участием финской компании "Оутокумпу" были проведены геологоразведочные работы на Ловноозерское месторождение (3), связанном с массивами норитов и габбро-норитов Лапландского гранулитового пояса. Среднее содержание никеля в рудах - 0.88 %, меди - 0.43 %, кобальта - 0.034 %. К востоку от Печенгского района находится перспективное медно-никелевое проявление Карикьявр (4) со средним содержанием в рудах никеля - 0.62 %, меди - 0.54 %, кобальта - 0.017 %, металлов платиновой группы - 0.34 г/т. Практически отработаны богатые медно-никелевые руды

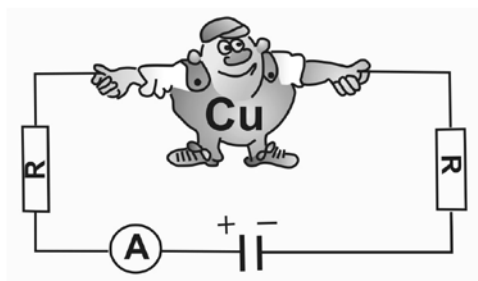
(среднее содержание никеля 1.3 %) месторождений Аллареченское и Восток (5) к югу от Печенгского района. В качестве попутных компонентов никель и медь могут извлекаться из комплексных платинометалльных руд месторождений Федорово-Панского массива (6).

## Медь Copper

Свыше половины добываемой в мире меди благодаря хорошей электропроводности используется в электротехнической промышленности. Высокие теплопроводность и сопротивление позволяют

изготавливать из меди детали теплообменников, холодильников, вакуумных аппаратов и т.п. Около 30-40 % меди используется в виде различных сплавов: латуни, бронзы и медно-никелевых. Они применяются в машиностроении, авто- и судостроении, на железнодорожном транспорте. По объему потребления медь занимает второе место в мире среди цветных металлов после алюминия - около 15 млн. тонн в год. Основное количество медных руд добывают при разработке месторождений медно-порфирового типа, медно-никелевых, медно-колчеданных и медистых песчаников и сланцев.

Крупнейшие по запасам медные месторождения Мурманской области принадлежат к сульфидному медно-никелевому типу и связаны с массивами основных-ультраосновных пород Печенгской структуры. Носителями меди являются минералы халькопирит и борнит. АО "Печенганикель" разрабатывает четыре месторождения - Ждановское, Заполярное, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка (1) - с содержанием в рудах меди от 0.24 до 1.32%. При условии доразведки перспективными могут стать уже выработанные месторождения Мончегорского района (2) - Нитгис-Кумужья-Травяная, Ньюд, Согча, эксплуатация которых была прекращена в 1970 гг. Содержание



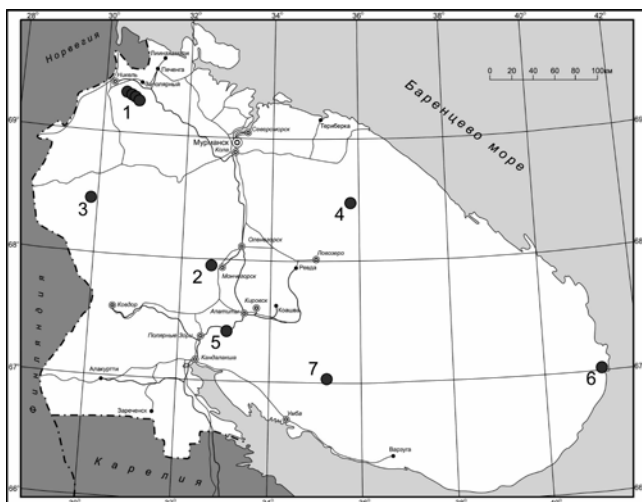


Рис.8. Схема размещения основных месторождений и проявлений меди

меди в медно-никелевых рудах этих месторождений от 0.2 до 3 %. К такому же медно-никелевому типу руд относится небольшое по масштабам Ловноозерское месторождение (3), связанное с габбро-норитами.

Перспективным источником меди может стать комплексное медно-молибденовое с золотом и серебром месторождение Пеллапахк (4). В качестве попутного компонента медь присутствует в апатитовых рудах щелочно-ультраосновного массива с карбонатитами Салмагора (5). С кварцевыми жилами связаны проявления меди в районе устья реки Поной (6), где еще в начале XVIII века при царице Анне Иоанновне было выплавлено 126 пудов (более двух тонн) красной меди. Интерес могут представлять проявления ("33 километр", Среднеюзинское, Полисарское и др.) самородной меди в метавулканитах умбинской свиты Имандра-Варзутской структуры (7).

## Молибден Molybdenum

Молибден применяется главным образом для легирования сталей как основа жаропрочных сплавов в авиационной, ракетной, ядерной технике и как компонент антикоррозийных сплавов для химического машиностроения. Металл используется для изготовления деталей электровакуумных приборов и нитей ламп накаливания. Дисульфид молибдена ( $\text{MoS}_2$ ) применяется как смазочный материал и катализатор гидрогенизации; оксиды молибдена - в химической и нефтяной промышленности.

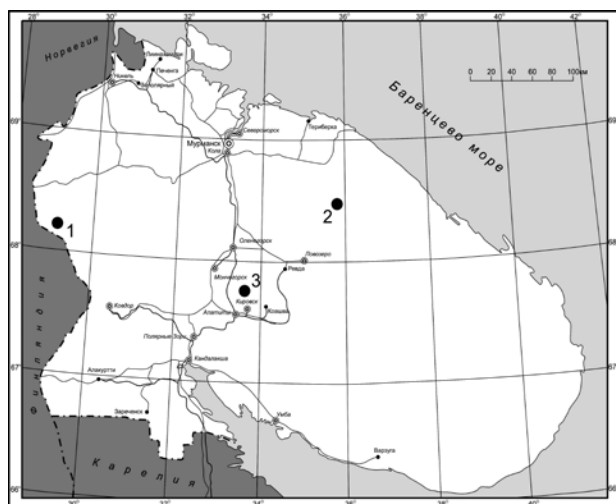


Рис. 9. Схема размещения основных месторождений и проявлений молибдена

Основным источником молибдена в Мурманской области является Юрийокское месторождение (1), связанное с серией крутопадающих кварцевых жил. Мощность жил варьирует от первых сантиметров до 3-5 метров при длине от первых метров до 700 м. Всего выявлено 58 жил. Рудные минералы представлены молибденитом и молибдитом. Запасы подсчитаны по 9 жилам на глубину 160 метров и составили



475 тыс. тонн руды с содержанием Мо 0.39 % и другого полезного компонента - флюорита ( $\text{CaF}_2$ ) – 5 %.

Другим перспективным источником молибдена может стать комплексное медно-молибденовое с золотом и серебром месторождение Пеллапахк (2). Рудное тело штокверкового типа имеет размеры на поверхности 4500 x 800 метров и уходит на глубину более 200 м. Рудная минерализация представлена молибденитом, халькопиритом, пиритом, сфалеритом. Средний состав рядовых руд (богатых руд) - Мо - 0.062 (0.111) %, Cu - 0.25 (0.48) %. Прогнозные ресурсы составляют соответственно 184 (79) тыс. тонн по молибдену и 745 (346) тыс. тонн по меди.

Несколько рудопроявлений молибдена, связанных с жильными и линзообразными телами, находится в пределах Хибинского массива (3) - Кукисвумчорр, Ласточкино гнездо, Тахтарвумчорр и некоторые другие. Проявления небольшие по масштабам, но с богатой рудной минерализацией. В жилах с молибденитом отмечаются повышенные концентрации золота - до 1 г/т. В тридцатых годах прошлого столетия добыча молибдена проводилась силами комбината "Апатит", но потом была прекращена из-за небольших запасов молибденовой руды.

## Свинец Lead

## Цинк Zinc

Свинец применяется в производстве свинцовых аккумуляторов, для изготовления аппаратуры, устойчивой в агрессивных средах и газах. Особое значение свинец приобрел в изготовлении средств

защиты от ионизирующих излучений при постройке атомных электростанций. Цинк применяется главным образом



как компонент латуни, томпака и других сплавов; для антикоррозионного покрытия сталей и чугуна. Используется также при изготовлении электродов химических источников

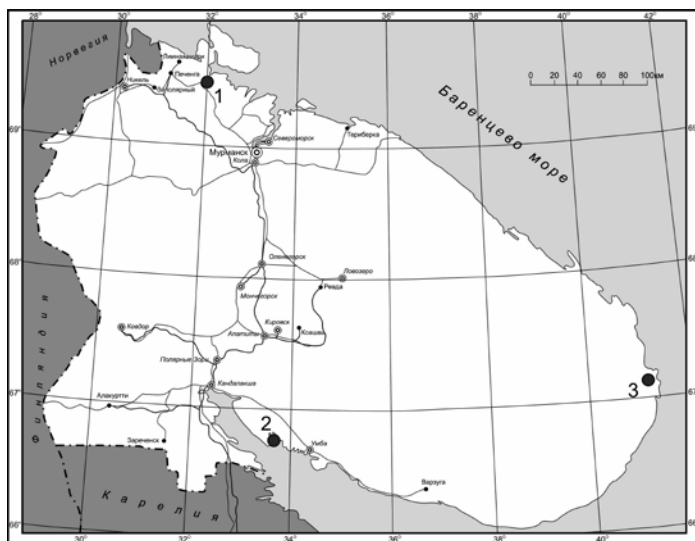


Рис. 10. Схема размещения основных проявлений свинца и цинка

тока. В связи с повышенной токсичностью этих металлов сфера их использования ограничивается.

Мурманская область обладает незначительными по масштабам свинцово-цинковыми проявлениями, в основном жильного типа. Количество жил в проявлениях варьирует от 2 до 10, редко до 20. Мощность жил от 0.2 до 0.7 метра, в раздувах - до нескольких метров. Длина жил по простиранию 70-900 метров, редко до 1500 метров. Жилы сложены кварцем, баритом, кальцитом. Рудные минералы: сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, иногда самородное серебро. Свинцово-цинковое оруденение крайне неравномерное; содержание свинца меняется от 0.05 до 28 %, цинка от 0.05 до 11.5 %; в некоторых жилах отмечаются повышенные концентрации меди (2.6-40.3

%) и серебра (до 35 г/т). Свинцово-цинковые жилы образуют рудные поля. Первым по значению является Печенгское побережье (1): Базарная губа, Раиса, Долгая губа, Самуил, София, Солозерское и др. Рудное поле Кандалакшского побережья (2) включает проявления Медвежий остров, Хедостров, Катаранский мыс, Ёлокорогский мыс и др. Кроме них известны жилы в районе Орловского маяка (3).

### Вольфрам Tungsten Олово Tin

Вольфрам и олово широко используются в металлургии как легирующие добавки. Оловянные сплавы незаменимы в качестве антифрикцион-

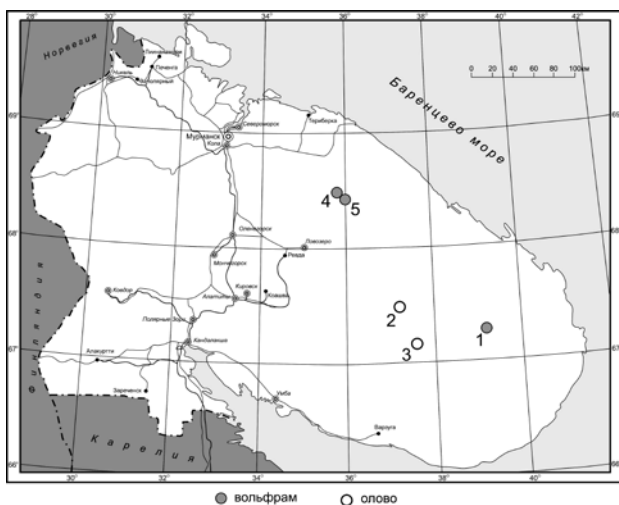


Рис. 11. Схема размещения основных проявлений вольфрама и олова

ных материалов, позволяя сохранять машины и механизмы за счет уменьшения потерь на трение. Главная особенность вольфрама заключается в том, что он придает стали красностойкость - позволяет сохранять твердость и прочность при высокой температуре.

Самостоятельных месторождений и рудопроявлений олово и вольфрам в Мурманской области не образуют. С точки зрения промышленности все известные проявления с повышенными концентрациями этих элементов имеют второстепенное значение. В Восточных Кейвах находится небольшое проявление вольфрама - Нусса (1), связанное с древними метаморфизованными корами выветривания. Рудный минерал представлен шеелитом ( $\text{CaWO}_4$ ), концентрации в рудной зоне варьируют от 0.2 до 2.2 %.

Повышенные концентрации олова (до 0.3 %) и вольфрама (до 0.1 %) обнаружены в некоторых рудных зонах редкометалльных месторождений Юго-Западных Кейв - Ельозерском (2) и Лаврентьевском (3), которые связаны со щелочными гранитами. Рудный минерал олова представлен касситеритом ( $\text{SnO}_2$ ). Вольфрам рассеян в ниобиевых минералах - фергусоните и пирохлоре.

Вольфрам также может рассматриваться как попутный компонент на медно-молибденовом месторождении Пеллапахк (4) и золоторудном месторождении Оленинское (5).

Вольфрам содержится в шеелите, концентрации металла доходят до 1 %.

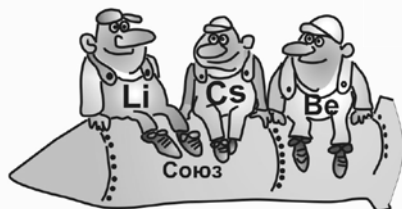
### Редкие металлы

Литий Lithium

Цезий Cesium

Рубидий Rubidium

Бериллий Beryllium



Литий, цезий, рубидий и бериллий в природных геологиче-

ских объектах очень часто находятся совместно. Металлы и их соединения используются в электротехнике, оптике, ракетной и ядерной промышленности.

На территории Мурманской области разведаны два крупных литиевых месторождения: Полмостундровское (1) и Колмозерское (2). Основные рудные минералы представлены сподуменом и гольмквиститом. Концентрация  $\text{Li}_2\text{O}$  в руде 0.7-3.8 %. Попутным важным компонентом

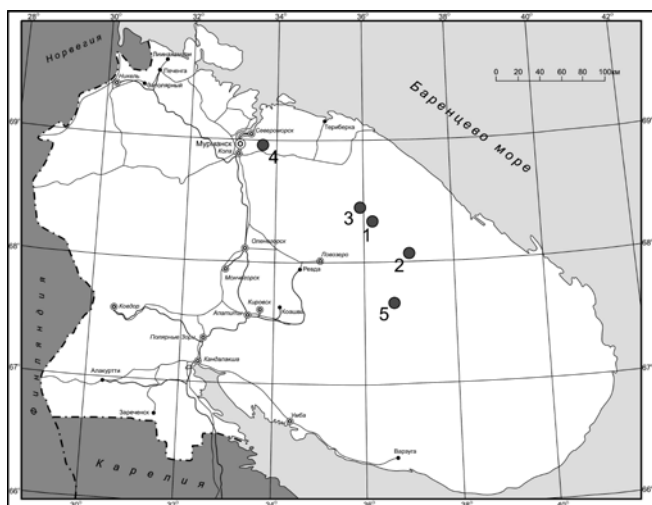


Рис.12. Схема размещения основных месторождений и проявлений лития, цезия, рубидия и бериллия

является бериллий, содержащийся в берилле. Содержание  $\text{BeO}$  в руде 0.04-0.3 %. К этой же рудной зоне приурочено месторождение цезия - Васин Мыльк (3), где основной рудный минерал поллуцит. Месторождение бериллия Шонгуй (4) находится в 20 км к востоку от г. Мурманска. Основной рудный минерал - берилл. Все эти месторождения связаны с гранитными редкометалльными пегматитами и околожильными метасоматитами. В качестве попутного компонента в пегматитах накапливается рубидий. Но рубидий может извлекаться и при переработке нефелина из содовой рапы, где его концентрация

достигает десятых долей % или возрастает в 100 раз по сравнению с содержанием в исходном нефелине Хибинских апатитовых месторождений.

На комплексном иттрий-циркониевом месторождении Сахарйок (5) также обнаружены участки с повышенными концентрациями лития и бериллия.

## **Цирконий Zirconium** **Гафний Hafnium**

Цирконий является одним из наиболее устойчивых к коррозии металлов, что определяет его широкое применение в ядерной промышленности (покрытие топливных элементов и конструкций активной зоны) и других видах производства, где требуется защита от агрессивных химических сред. Его также используют как легирующую добавку для производства нержавеющей, жаропрочных сталей и как газопоглотитель в вакуумных приборах. Гафний используется для производства защитных экранов от нейтронного излучения, катодов, электрических контактов, супервысокотемпературной керамики на базе твердого раствора карбида гафния и тантала



На территории Мурманской области цирконий в составе минерала – бадделеита извлекается (ОАО "Ковдорским ГОК") из комплексных руд Ковдорского месторождения (1), связанного с одноименным карбонатитовым массивом. Получаемый после обогащения бадделеитовый концентрат ( $ZrO_2$ ) содержит 96-97 %  $ZrO_2$  и 1-2 %  $HfO_2$ . Бадделеит является не только сырьем на цирконий, но он также активно используется и как индустриальный минерал для производства разнообразной керамики и глазурей, огнеупоров, литейных смесей.

Кроме этого, в Мурманской области разведаны эвдиалитовое месторождение Аллуайв в Ловозерских тундрах (2) и

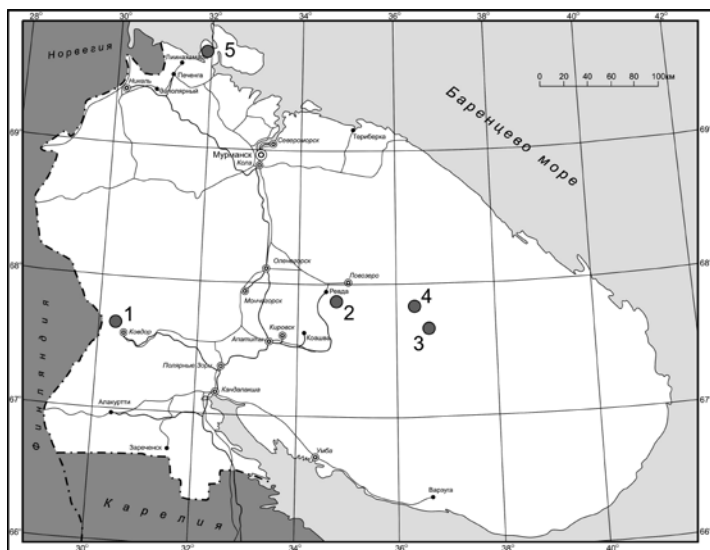


Рис.13. Схема размещения основных месторождений и проявлений циркония и гафния

цирконовое месторождение Сахарйок в Западных Кейвах (3). Они оба связаны с массивами нефелиновых сиенитов. Эвдиалитовая руда содержит до 3 %  $ZrO_2$  и 0.5 % элементов группы редких земель ( $REE_2O_3$ ). Месторождение Аллуайв находится в зоне с развитой инфраструктурой и обладает громадными общегеологическими запасами руды (около 25 млрд. тонн), но переработка эвдиалита требует перехода на новые производственные технологии. Комплексные редкометалльные руды массива Сахарйок содержат в среднем 0.62 %  $ZrO_2$  и 0.063 %  $Nb_2O_5$ . Общие запасы  $ZrO_2$  - 104000 тонн.

К перспективным циркон-содержащим проявлениям можно отнести комплексные редкометалльные месторождения Западных Кейв (4), связанные со щелочными гранитами: Юмперуайв, Ровозерское и Лаврентьевское (последний объект имеет повышенные концентрации сопутствующего гафния). Линзы лейкоксен-цирконовых россыпей обнаружены в терригенных породах землепахтинской свиты полуострова Средний на севере Мурманской области (5).

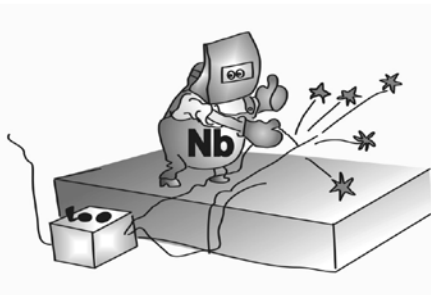
## Ниобий Niobium Тантал Tantalum

Ниобий и тантал являются сходными по химическим свойствам элементами и в природе находятся совместно. Наиболее широкая область применения этих элементов - производство ферросплавов, электроника, ядерная промышленность (в том числе утилизация ядерных отходов).

В Мурманской области на добыче редких металлов специализируется ЗАО "Ловозерская горно-обогатительная компания" (ЛГОК), до



2002 г. носившая название "Севредмет". Она разрабатывает Ловозерское месторождение (1) в одноименном щелочном массиве. Основной рудный минерал - лопарит. Рудный концентрат содержит 0.65 % пятиокиси



тантала ( $Ta_2O_5$ ), 8.55 % пятиокиси ниобия ( $Nb_2O_5$ ), 39.7 % двуокиси титана, 32.3 % оксидов редких земель.

Разведаны и подготовлены к освоению циркелит-уранпирохлоровые месторождения Неске-Вара и Тухтавара в щелочно-ультраосновном массиве Вуориярви (2), микролитовое - Плоскогорское (3), колумбит-танталитовое - Полмос-тундровское (4), перовскит-титаномагнетитовое - Африкандское (5) и пирохлор-луешитовое - Салланлатвинское (8). Во всех перечисленных месторождениях ниобий и тантал входят в состав многокомпонентных комплексных руд.

Месторождения массивов Вуориярви, Салланлатва, Африканда, Себлявр и др. связаны с щелочно-ультраосновным магматизмом центрального типа, а Плоскогорское и Полмос-Тундра - с гранитными пегматитами.

К перспективным ниобий-танталовым объектам относятся комплексные редкометалльные проявления Западных



Кейв - Юмперуайв, Ровозеро, Ельозеро и др. (6) и Пурначское (7), связанные со щелочными гранитами и имеющие

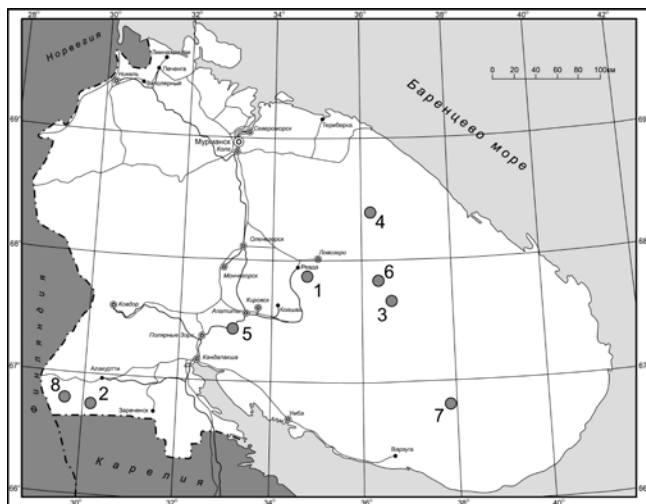


Рис. 14. Схема размещения основных месторождений и проявлений ниобия и тантала

более высокое содержание тантала по сравнению с ниобием (рудные минералы представлены пироксеном, фергусонитом, блонстрандином, тантэвксенитом).

## Редкоземельные элементы Rare-earth elements

**Иттрий Yttrium**

**Стронций Strontium**

К редкоземельным металлам относятся иттрий, лантан и 14 элементов группы лантаноидов: церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций. Редкие земли (REE) разделяют на це-



риевые - от лантана до прометия, и иттриевые - сам иттрий и лантаноиды от самария до лютеция. Иттриевые земли являются более дефицитными и дорогими. В связи с совместным нахождением стронция и редких земель в апатитовом и лопаритовом концентратах они рассматриваются вместе. Основные отрасли использования редких земель и иттрия - оптика, керамика, атомная техника, электроника, производство сверхпроводящих и пирофорных (самовоспламеняющихся) материалов. Стронций используется для изготовления люминофоров, фотоэлементов, как добавка в оптических стеклах, а радиоактивный изотоп  $^{90}\text{Sr}$  как источник  $\beta$ -излучения в атомных электронных батареях.

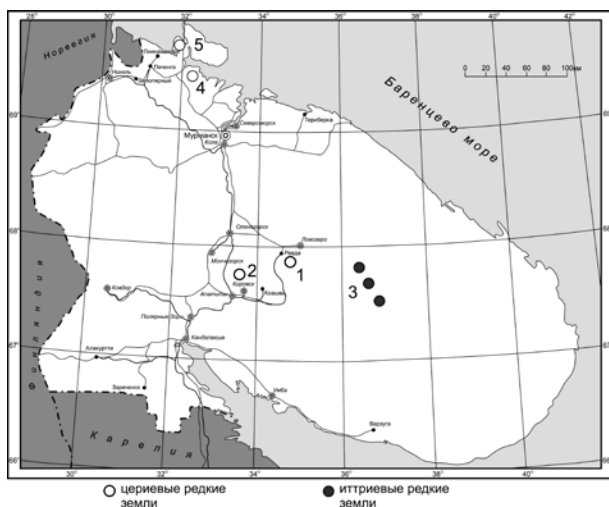


Рис. 15. Схема размещения основных месторождений и проявлений редкоземельных элементов и стронция

В Мурманской области разрабатывается лишь одно месторождение - Ловозерское (1), где редкие земли, иттрий и стронций являются полезными компонентами, но стронций при этом не извлекается. Производимый ЗАО "Ловозерская горно-обогатительная компания" (бывший ОАО "Севредмет") лопаритовый концентрат содержит 32.3 % оксидов цериевых редких земель. Апатитовый концентрат Хибинских месторождений (2) содержит около 1 % преимущественно цериевых

редких земель и около 1.5 % оксида стронция (SrO), но эти металлы из концентрата не извлекаются.

К перспективным объектам на редкие земли относятся комплексные редкометалльные месторождения Западных Кейв, относящиеся к щелочногранитной формации (3). Эти месторождения отличаются от вышеупомянутых повышенным количеством иттриевых земель (до 20 % от суммы редких земель): Сахарйок, Юмперуайв, Ровозерское, Туарвыд, Плоскогорское, Ельозерское, Лаврентьевское. Наиболее крупным среди них является комплексное цирконий-иттриевое месторождение Сахарйок. Руды, обогащенные цирконом и редкоземельным минералом бритолимом ( $REE_2O_3 - 45-46 \%$ ,  $Y_2O_3 - 10-11 \%$ ), образуют 8 пластовых тел шириной в плане от 3 до 30 метров и длиной по простиранию от 200 до 1400 метров. Запасы и ресурсы руд оцениваются в 16.8 млн. тонн, запасы  $Y_2O_3$  составляют около 11000 тонн,  $REE_2O_3 - 32600$  тонн. Попутными полезными компонентами могут быть флюорит и нефелин.

Некоторые из урановых месторождений Печенгского района имеют повышенные концентрации иттриевых земель (до 0.4 %). Это проявления редкоземельно-торий-уранового типа в пегматоидных гранитах и метасоматитах (4) - Кошкаярв, Озеро Дикое, Медвежье, Скальное, Каменка - и проявления редкоземельно-фосфорного типа в фосфоритах на полуостровах Средний и Рыбачий (5).

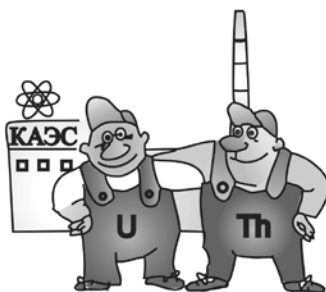
## Радиоактивные металлы

Уран Uranium

Торий Thorium

Уран и торий являются сырьем для атомной промышленности. В 30-е годы прошлого столетия в незначительном объеме велась добыча ловчоррита (сырье на торий и редкие элементы) в Хибинском щелочном массиве.

В пределах Мурманской области известно несколько рудопроявлений. Лицевская группа (1) состоит из 5 место-



рождений и около 40 рудопроявлений торий-уранового и уранового типа в пегматоидных гранитах, кварц-плагиоклаз-ортоклазовых метасоматитах, гидрослюдисто-хлоритовых метасоматитах и альбититах (наиболее крупные - Лицевское, Полярное, Кошкаярв, Озеро Дикое, Медвежье, Скальное, Каменка). Рудные минералы представлены уранинитом, настураном, коффинитом, торитом и циртолитом. В южной части Западных Кейв находится Ельозерская группа проявлений (2), представленная жильными щелочными гранитами и метасоматитами с циртолит-торитовой минерализацией. В карбонатитовом комплексе Вуориярви расположено комплексное редкометалльное месторождение Неске-Вара (3) с урановой специализацией, основной рудный минерал - гатчеттолит. Незначительные по масштабам линзы с повышенным содержанием урана обнаружены среди фосфоритоносных терригенных пород полуострова Средний. Кроме того, в Терском районе выявлено несколько локальных гамма-аномалий.

## Благородные металлы

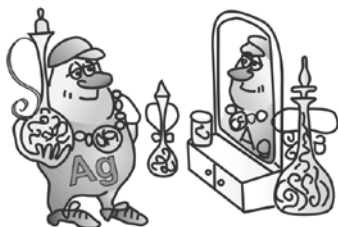
Золото Gold

Серебро Silver

Экономическое значение золота определяется его ролью основного валютного металла.

Значительная часть золота идет на ювелирные изделия. Покрытие золотом применяют в авиационной и космической технике, в радиотехнике,

для изготовления отражателей, электрических контактов и деталей полупроводников. В электронике также изготавливают контакты из золота, легированного германием, индием, галлием и другими металлами. Положительное



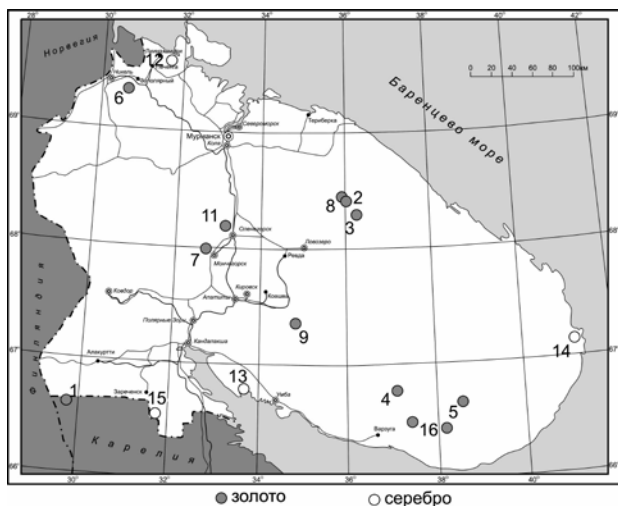


Рис. 16. Схема размещения основных месторождений и проявлений золота и серебра

воздействие золота на организм человека было известно с глубокой древности. Сегодня золото широко используется в зубопротезной технике и при изготовлении золотых нитей, которые вшивают в организм человека для омоложения.

Серебро используют главным образом в виде сплавов для чеканки монет, изготовления ювелирных изделий, лабораторной посуды, зеркал, для изготовления деталей электровакуумных приборов, электрических контактов и электродов.

Все проявления золота в Мурманской области можно разделить на собственно золоторудные и золотосодержащие. Среди первой группы наибольший интерес представляет месторождение Майское (1). Оно расположено на границе с Северной Карелией и относится к кварцево-жильному типу. Представлено двумя субпараллельными жильными зонами мощностью до 6 метров при протяженности 1.5-2 километра. По падению жилы прослежены до 300 метров. Продуктивная минерализация – золото, галенит, сфалерит, теллуриды, селениды. При среднем содержании золота 9.5 г/т его запасы оцениваются в 3-5 тонн.

В этой же группе к прожилково-вкрапленному типу относятся перспективное золоторудное (с попутным серебром) месторождение Оленинское (2) и рудопроявления золота Няльм-1, Няльм-2 (3), Ворговый (4). Рудные тела представлены линзами и штокверками незначительной мощности (до 50 метров) и протяженности (до 1.5 километров). Основные рудные минералы – арсенопирит, золото, электрум (сплав золота и серебра), самородное серебро, халькопирит, галенит. Содержание золота от 1 до 7 г/т, серебра - от 4 до 28 г/т. В настоящее время на Няльмской группе месторождений проводятся геологоразведочные работы с участием иностранного инвестора. Россыпной тип золоторудных проявлений не имеет большого практического значения: небольшие россыпи золота выявлены в верховьях рек Стрельна, Пулоньга, Чапома в юго-восточной части Кольского п-ова (5).

Золото и серебро добываются (лись) в качестве попутных компонентов комплексных медно-никелевых руд Печенгской (6) и Мончегорской (7) групп месторождений. Содержание золота в рудах достигает 0.3-0.5 г/т, а серебра – до 3.5 г/т и выше.

Представителем формации вторичных кварцитов является медно-молибденовое с серебром и золотом месторождение Пеллапахк (8). Среднее содержание золота в рудах 0.08 г/т, серебра - 2.12 г/т. Прогнозные ресурсы составляют 24 т по золоту и 631 т по серебру. Определенные перспективы золотоносности связываются с Панареченским проявлением золота во вторичных кварцитах в центральной части Кольского полуострова, в бассейне реки Пана.

К важным золотосодержащим объектам можно отнести платинометалльные руды Федорово-Панского массива (9) и железистые кварциты Оленегорской группы месторождений (11), где попутные золото и серебро находятся в повышенных количествах.

Проявления серебра в Мурманской области связаны в основном с незначительными по масштабам свинцово-цинковыми жилами и медноколчеданным оруденением. Свинцово-цинковые жилы образуют рудные поля. Первым по значению является Печенгское побережье (12): Базарная губа, Раиса, Долгая губа, Самуил, София, Солозерское и др. Рудное поле Кандалакшского побережья (13) включает проявления Медвежий остров, Хедостров, Катаранский мыс,

Ёлокоровский мыс и др. Кроме них известны жилы в районе Орловского маяка (14). Количество жил в проявлениях варьирует от 2 до 10, редко до 20. Мощность жил от 0.2 до 0.7 м, в раздувах до нескольких метров. Длина жил по простиранию 70-900 м, редко до 1500 м. Жилы сложены кварцем, баритом, кальцитом. Рудные минералы: сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, самородное серебро (до 35 г/т).

Медноколчеданное проявление Хирвинаволок на границе Мурманской области и Северной Карелии (15) связано с рудными кварцитами, слагающими линзовидное тело мощностью 20 метров. Состав руд – борнит-халькопиритовый, содержание меди 0.5-9 %, серебра – до 300 г/т. В последние годы получены привлекательные результаты по тонкодисперсному золоту в сдвиговых зонах (16).

Из истории известно, что на острове Медвежий в Белом море с 1731 по 1740 годы было добыто не менее 50 пудов серебра. Причем, отдельные самородки были весом более пуда (пуд = 16 кг). Россыпное золото, по историческим сведениям, намывали местные жители в реке Паз, в устье реки Поной и в других местах Кольского полуострова.

## Металлы платиновой группы Platinum group elements



К металлам платиновой группы (МПГ) относятся платина, палладий, родий, рутений, иридий, осмий. В последние годы общемировое потребление МПГ растет чрезвычайно быстрыми темпами, намного превышающими темпы роста потребления черных, цветных металлов и энергоносителей.

лей. Более 40 % общемирового объема потребляемых МПГ (в основном, платины и палладия) используется в автомобилестроении для изготовления фильтров-нейтрализаторов выхлопных газов. В ювелирном деле используется 15 % МПГ, около 20 % - в электронике и электротехнике, пример-

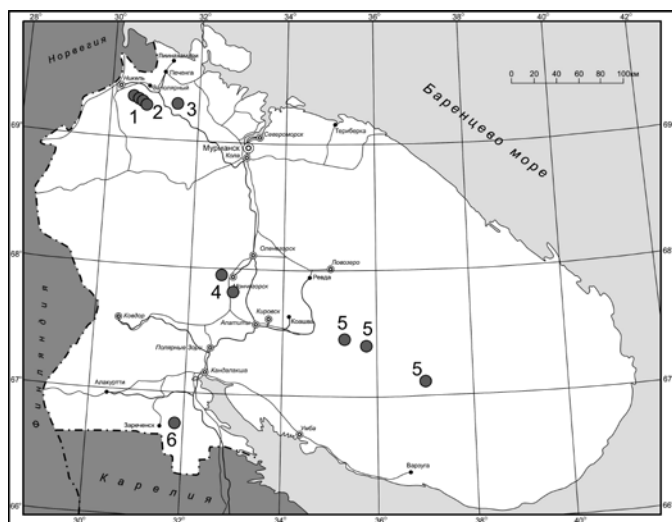


Рис. 17. Схема размещения основных месторождений и проявлений металлов платиновой группы (МПГ)

но 10 % добываемого палладия – в стоматологии. Велико значение МПГ как валютных металлов и средств накопления ценностей. Сегодня перспективы такого металла как палладий связываются с его использованием в получении твердых топливных элементов - самых передовых разработках для применения в будущей энергетике.

В Мурманской области МПГ попутно добываются из руд медно-никелевых месторождений Печенгской группы (1). АО "Печенганикель" разрабатывает четыре месторождения - Ждановское, Заполярное, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка. Металлы платиновой группы содержатся в количествах 0.04-0.3 г/т. Печенгская база платинодобычи может быть расширена за счет платиносодержащих руд г. Генеральской (2) и Карикъявра (3). Содержание МПГ в образцах из проявления г. Генеральской доходит до 5 г/т, ресурсы



- около 300 тонн. При условии доразведки перспективными могут стать нижние горизонты месторождений Мончегорского района (4) - Ниттис-Кумужья-Травяная, Нюд, Сопча, "пласт 330". Кроме того, за последние годы в этом же районе выявлены новые крупные проявления МПГ – Вуручуйвенч, Мончетундровское и др. Содержание МПГ в медно-никелевых рудах Мончегорского района составляет в среднем 5-10 г/т (ресурсы до 500 т). Начаты геологоразведочные работы на Волчьих Тундрах.

Основные перспективы Мурманской области в отношении МПГ связаны с крупными месторождениями Федорово-Панского массива – Федорова тундра, Малая Пана и Восточная Пана (5). Эти месторождения были обнаружены сотрудниками Геологического института КНЦ РАН в конце 80-х годов прошлого столетия, что позволило открыть для России вторую по значимости платинометалльную провинцию после Норильской. Оруденение морфологически выражено маломощными, но протяженными на 15-20 километров рифами (так называемые нижний и верхний расслоенные горизонты). Руды относятся к малосульфидному платинометалльному типу (пентландин-пирротин-халькопиритовый состав) и содержат в среднем 5-7 г/т с прогнозными ресурсами около 1600 т. Основные полезные компоненты - палладий, платина, золото, родий, серебро. Интересно отметить, что минералы, в которых содержатся благородные металлы – мончеит, меренскиит, котульскит, соболевскит, сперрилит, палладистое золото и другие. Они обычно имеют очень маленькие размеры (от 5 до 100 микрон или 0.005 – 0.1 мм).

К такому же типу руд относятся проявления массивов Ковдозерский и Глубокий (6) с содержанием МПГ и золота 1-3 г/т (при известном максимуме 9 г/т). Но эти проявления изучены очень слабо, и их запасы пока не подсчитаны.

Определенные перспективы на обнаружение руд с повышенными концентрациями МПГ (а также золота и серебра) могут быть связаны с Ковдорским щелочно-ультраосновным массивом и месторождениями хромитов (Сопчеозерское, Падос, Имандровский массив).

## **5. Неметаллические полезные ископаемые**

## Фосфор Phosphorus

В пределах Кольского региона все известные минералы фосфора относятся к группе апатита. Они входят в состав как апатитовых, так и фосфоритовых руд. Основное использование фосфорных руд - производство удобрения для агротехнического комплекса России и

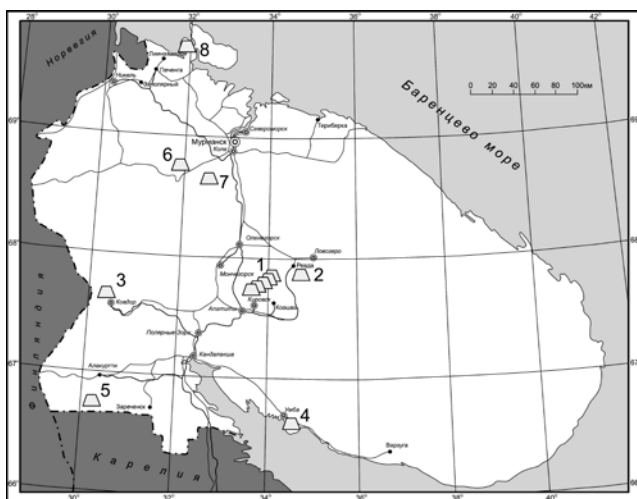
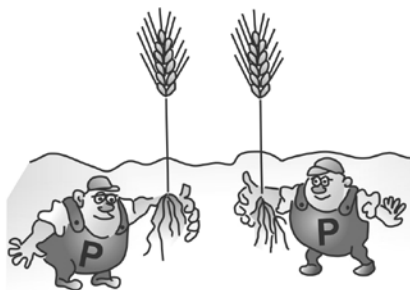


Рис. 17. Схема размещения основных месторождений и проявлений фосфора (апатита и фосфоритов)

зарубежных стран.

Самым известным объектом добычи апатит-нефелиновых руд ( $P_2O_5 = 13-29\%$ ) является группа месторождений, связанных с Хибинским массивом нефелиновых сиенитов (1). Рудные тела имеют линзовидное строение. Минеральный состав руд: апатит, нефелин, эгирин, титанит (сфен), титаномагнетит. Процесс обогащения позволяет получать пять концентратов - апатитовый, нефелиновый, ти-

танитовый (сфеновый), эгириновый и титаномагнетитовый. Апатитовые руды содержат помимо основного компонента - фосфора - значительные запасы фтора (0.5-1.0 %), стронция, рубидия, галлия, редких земель цериевой группы и т.д. Разработка месторождений ведется с 1931 г ОАО "Апатит". Из десяти разведанных месторождений в настоящее время отрабатываются семь. Хибинская группа месторождений по запасам  $P_2O_5$  является уникальной и не имеет аналогов в мире. Она обеспечивает более 80 % производства фосфатного сырья России. Балансовые запасы руд со средними содержаниями  $P_2O_5$  12-15% составляют около 2.5 млрд. тонн. К уникальным и очень крупным по запасам относятся разрабатываемые месторождения Плато Расвумчорр, Коашва, Кукисвумчорр и Юкспор.

Проявления апатит-нефелиновых руд ( $P_2O_5$  до 10 %) известны также среди щелочных пород Ловозерского плутона (2).

Вторым источником апатита являются апатит-магнетитовые руды ( $P_2O_5$  9 %) Ковдорского массива ультраосновных-щелочных пород и карбонатитов (3). Месторождение разрабатывается Ковдорским горно-обогатительным комбинатом с 1961 года. Следует отметить, что апатит Ковдорского месторождения отличается от хибинского низкими концентрациями редких земель, тория и стронция.

Проявления апатит-магнетитовых руд ( $P_2O_5$  = 5 %) известны среди массивов ультраосновных-щелочных пород с карбонатитами Турьего мыса (4), Вуориярви (5) и Себлявур (6). Проявления апатит-титаномагнетит-ильменитовых руд ( $P_2O_5$  = 3-5 %) известны среди габброидов массива Гремяха-Вырмес (7). Бедные фосфоритовые руды ( $P_2O_5$  = 0.5-6.0 %) связаны с рифейскими терригенно-карбонатными породами на полуостровах Средний и Рыбачий (8).

## **Группа серы**

**Сера Sulphur**

**Селен Selenium**

**Теллур Tellurium**

Большая часть серы (свыше 50 %) используется



в химической промышленности для получения серной кислоты, а также в бумажной и резиновой отраслях, в медицине, в производстве красителей, искусственного волокна, инсектицидов и других материалов. Серу в основном получают из

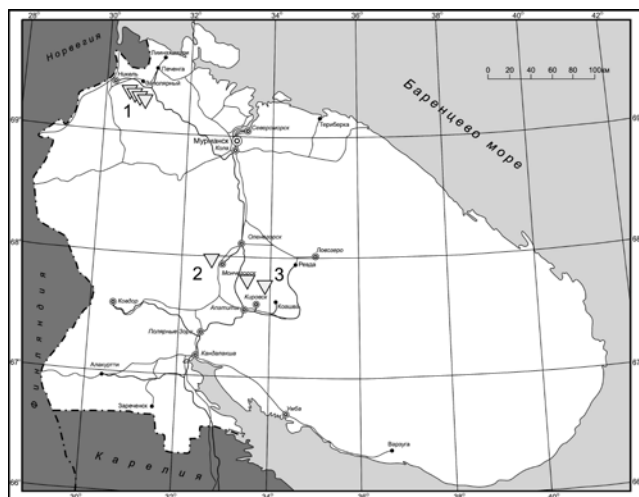


Рис. 18. Схема размещения основных месторождений и проявлений серы, селена и теллура

природного газа и продуктов коксохимического производства. Производство из самородной серы и при переработке сульфидов (пирита) в последнее время сокращается.

В сульфидных рудах попутно с серой находятся ее элементы-спутники - селен и теллур, потребность в которых очень велика, особенно в развитых странах. Наибольшее использование они находят в полупроводниковой технике, в стекольной промышленности (селен используется для получения рубиновых стекол, теллур - красных и коричневых стекол). Селен также применяется в металлургии для улучшения механических свойств нержавеющей стали и в химической промышленности - в качестве катализатора. Соединения теллура с висмутом, сурьмой и кадмием используются для создания электрических термогенераторов и в солнечных батареях. Серная кислота, селен и теллур в Мурманской области производятся на комбинате "Североникель".

Мурманская область богата месторождениями S, Se, Те именно сульфидного типа. Это медно-никелевые руды, связанные с ультраосновными породами Печенгского района (1). АО "Печенганикель" разрабатывает четыре месторождения - Ждановское, Заполярное, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка - с содержаниями в рудах серы от 7 до 20 %, селена от 3 до 26 г/т, теллура от 1 до 12 г/т.

При условии доразведки перспективными могут стать месторождения Мончегорского района (2) - Ниттис-Кумужья-Травяная, Нюд, Сопча. Содержание серы в медно-никелевых рудах от 2 до 30 %, селена до 28 г/т, теллура до 4 г/т.

Небольшие по масштабам, но богатые пирротиновые руды обнаружены в Хибинах (3) - Тахтарвумчорр (серноколчеданный тип) и Пирротиновое ущелье (жильный тип), содержание серы в рудах до 38 %.

Перспективным источником серы в ближайшем будущем может стать сероводород как попутный газ на Штокмановском газоконденсатном месторождении (содержание серы 2-3 %).

## **6. Индустриальные минералы Industrial minerals**

Под индустриальными минералами и горными породами понимаются неметаллические полезные ископаемые, являющиеся важнейшим сырьем для промышленности, сельского хозяйства и строительства. Для индустриальных минералов характерны значительные объемы потребления, высокий оборот товарной продукции и резкая изменчивость конъюнктуры рынка в связи с заменой одних видов сырья другими. Оборот индустрии только облицовочного камня во всем мире в 2.5 раза превосходит оборот алмазодобывающей отрасли.

Самым крупным по запасам индустриальных минералов является Хибинский массив нефелиновых сиенитов. В нем представлены фосфорное сырье – апатит; сырье для производства алюминия поташа, технического стекла, цемента, коагулянтов и т.д. – нефелин; сырье для получения титановых пигментов и солей – титанит (сфен) и титаномагнетит; сырье для высокотемператур-

ной керамики на основе циркониевых сплавов – эвдиалит; сырье для стеклосмазки в трубопрокатном производстве, изготовления фрикционных изделий и для каменного литья – эгирин; сода; поделочные камни (хибиниты, пегматоидные ийолит-уртиты, тингуаиты); строительные материалы (бутовый камень, щебень) и т.д. Огромные запасы индустриальных минералов сосредоточены и во втором в мире по величине Ловозерском щелочном массиве. Не вовлечены в производственную сферу эвдиалит, пирротин, сода. Из них в первую очередь следует назвать эвдиалит, добыча которого планируется в ближайшие годы.

Комплексным геологическим объектом с широким набором индустриальных минералов является также Ковдорский массив, где производится добыча вермикулита, флогопита, апатита, магнетита и бадделеита. Потенциальный интерес в качестве сырья для высокотемпературной керамики, каменного литья, волоконной оптики и др. представляет сопутствующий флогопиту гигантокристаллический диопсид, отличающийся практически стехиометрическим (теоретическим) составом.

Широким набором индустриальных минералов отличаются и другие аналогичные Ковдору массивы щелочно-ультраосновной формации – Себлявр, Салланлатва, Лесная Варака, Африканда, Вуориярви. Это – апатит, кальцит, флогопит, бадделеит, титаномagnetит, перовскит, циркон, барит, пирит, сунгулит, форстерит, мелилитит, карбонатиты, гидрофлогопит, каолин. Перовскит и титаномagnetит могут служить важным источником пигментной двуокиси титана; диопсид и мелилитит могут использоваться для получения стеклокристаллических материалов – минеральной ваты и волокна; сунгулит (лизардит) – для производства керамической плитки; пирит – для получения серы; каолин широко используется в керамике, а сами кальцитовые карбонатиты – хорошее известковое сырье.

Крупные запасы ракушечника (ракуши), необходимого в качестве корма птицам, выявлены у берегов Белого моря, но эти залежи не разрабатываются.

## Вермикулит Vetmiculite

Вермикулит относится к группе слюд. При нагревании он обладает способностью увеличивать объем в 8-9 раз, что позволяет использовать его в виде сорбента в химической промышленности, как теплоизолятор и звукоизолятор, а также для аэрации почв в сельском хозяйстве. Основным поставщиком вермикулита на рынок России и за рубеж является Ковдорское месторождение (1), приуроченное к ком-

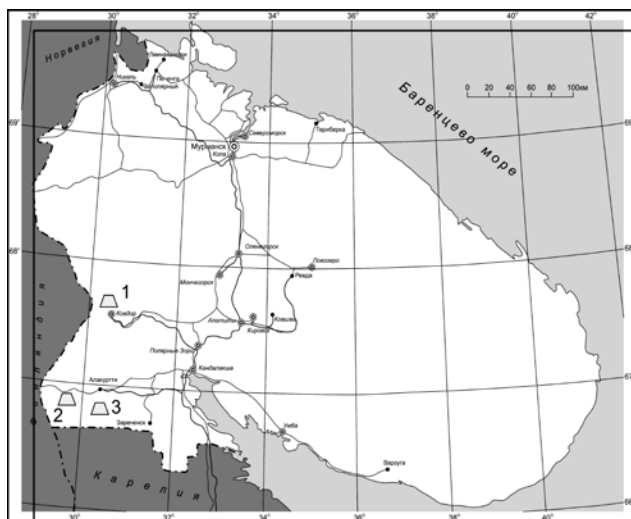


Рис. 19. Схема размещения основных месторождений и проявлений вермикулита

плексу апатит-флогопит-оливиновых пород, где вермикулит формируется в коре выветривания по карбонатитам. Учетные запасы вермикулита составляют в нем около 45 млн. тонн – более 90 % всероссийских. Некоторые перспективы по добыче

вермикулита можно связывать с проявлениями в массиве Вуориярви - Петаяянвара (2) и в Салланлатвинском массиве(3).

## Флогопит Phlogopite

Флогопит относится к группе магнезиальных слюд. Он обладает высокими тепло- и электроизоляционными свойствами и используется в электротехнике, кораблестроении, строительной индустрии и т.д. Самое крупное в мире месторождение флогопита сосредоточено в Ковдорском щелочно-ультраосновном массиве (1). Запасы флогопита весьма зна-

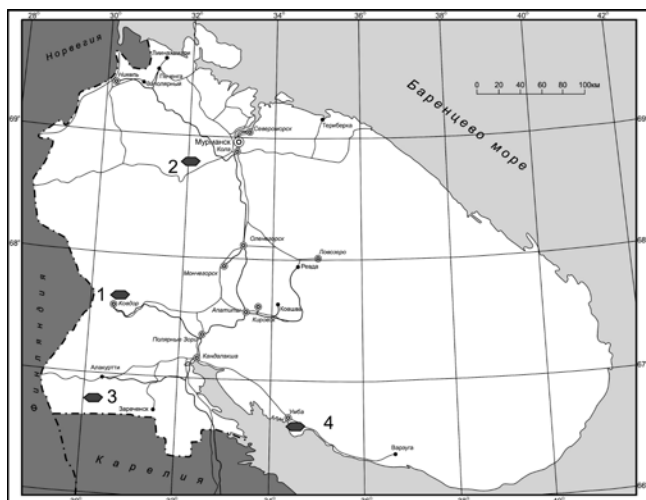


Рис. 20. Схема размещения основных месторождений и проявлений флогопита

чительные, что позволяет его добывать до 100 000 тонн в год. Отходы добычи слюды используются для естественной гидратации с получением вермикулита. Мелкая фракция обо-



гащения слюды используется для получения скрапа (наполнитель). В виде забойного сырца флогопит содержится в рудах проявления Себлявр (2), а также в небольших количествах – в массивах Вуориярви (3) и Турий мыс (4).

## Мусковит Muscovite



Слюда мусковит обладает высокими электроизоляционными свойствами, что делает его до настоящего времени незаменимым сырьем для электро-, радио- и электронной техники. К востоку от города Ковдора находится Ёнская группа месторождений –

Ёна (1), Неблогорское (2), Риколатва (3), где ведется добычка листового и мелкоразмолотого мусковита из мусковитовых пегматитов. Балансовые запасы листового мусковита на ка-

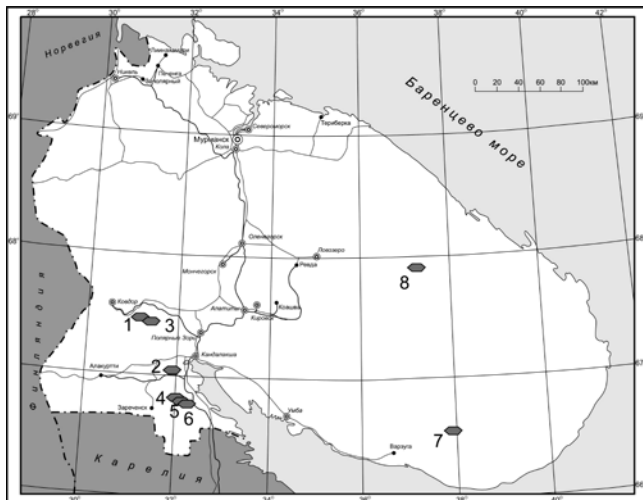
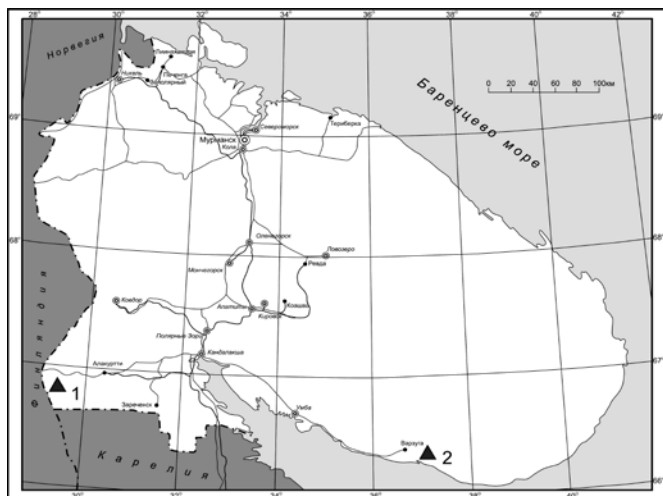


Рис. 21. Схема размещения основных месторождений и проявлений мусковита

ждом из перечисленных месторождений составляют первые десятки тысяч тонн. Подсчитанные прогнозные ресурсы мелкоразмерного мусковита фракции +0.2 мм на двух рудниках (Неблагора и Риколатва) составляют около 260 тыс. тонн. Дополнительным источником мелкоразмерного мусковита могут быть и отвалы слюдяных шахт. На отвалах Риколатвинского рудника в 1990-х гг. было разведано техногенное месторождение мелкоразмерного мусковита. К юго-востоку от Ёнского слюдоносного района имеется значительное число небольших месторождений высококачественного мусковита в пегматитовых жилах – Княжая (4), Рубиновое (5), Ковдинское (6) и др. Проявления мусковита известны в Стрельнинском (7) и Западно-Кейвском (8) районах, но они удалены от транспортной сети.

### Барит Barite

Барит в настоящее время относится к остро дефицитным полезным ископаемым, так как после распада СССР его сырьевая база на 90 % оказалась за рубежом. Барит широко используется при про-



64 Рис. 22. Схема размещения основных месторождений и проявлений барита

изводстве утяжелителей и промывочных жидкостей при бурении скважин. Для Мурманской области эта проблема особенно актуальна в связи с планами освоения шельфовых месторождений углеводородов.

Наибольшие перспективы на баритовое сырье представляет щелочно-ультраосновной массив Салланлатва (1). Барит в нем генетически связан с поздними карбонатитами, представленными доломитовыми, анкеритовыми и сидеритовыми разновидностями. Все они сосредоточены во внутренней части карбонатитового штока, где образуют залежь размером 800 x 400 метров. Наибольшие концентрации барита характерны для поздних сидеритовых карбонатитов. Запасы барита оценены на глубину 300 метров (для открытой разработки карьером) в количестве 17.2 млн. тонн, а общие запасы оцениваются в 30 млн. тонн. В настоящее время ведутся технологические испытания баритовой руды и планируется ее добыча. Известное проявление барита Кицкое (2) на реке Кица (юго-восток Кольского полуострова) не имеет промышленного значения.

### **Оливинит Olivinite**



Оливинит представляет собой высококачественное сырье для производства магнезиальных огнеупоров (футеровочных материалов). На территории Мурманской области разведано Ковдорское месторождение оливинитов. Руды представлены сунгулит-серпентин-оливинитовыми, серпентин-оливинитовыми рудами и коренными монолитными оливинитами. Кора выветривания (первые две разновидности руд) вскрыта на 46 м, а скальные оливиниты - на 76 м. Среднее содержание оливина достигает до 95%. Наиболее ценной разновидностью (с максимальным содержанием Mg) является серпентин-оливинитовая руда. Кроме месторождения Ковдорское (1), оливиниты известны в

Хабозерском месторождении массива Лесная Варака (2), в массиве Падос (3) и других ультраосновных массивах. Сред-

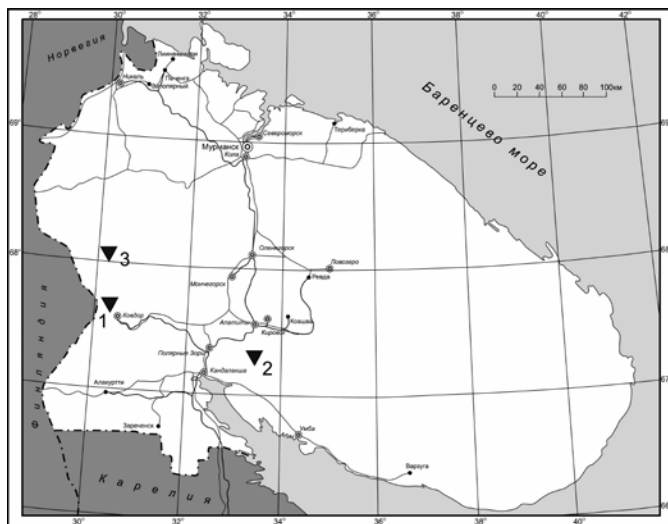


Рис. 23. Схема размещения основных месторождений и проявлений оливинита

нее содержание оливина в оливинитах массива Лесная Варака составляет 96.6 %. Запасы составляют 9 млн. тонн.

### Кварцит Quartzite

Кварциты используются в качестве флюсов для потребностей металлургического производства, в первую очередь, комбинатов “Печенганикель” и “Североникель” и как строительный материал. Наиболее известным является эксплуатирующееся месторождение Рижгубское (1), приуроченное к вулканогенно-осадочным породам зоны Имандра-Варзуга. На восточном склоне горы Вуручайвенч также разведано месторождение кварцитов (2). Значитель-



ный интерес может представить проявление Палвинское на

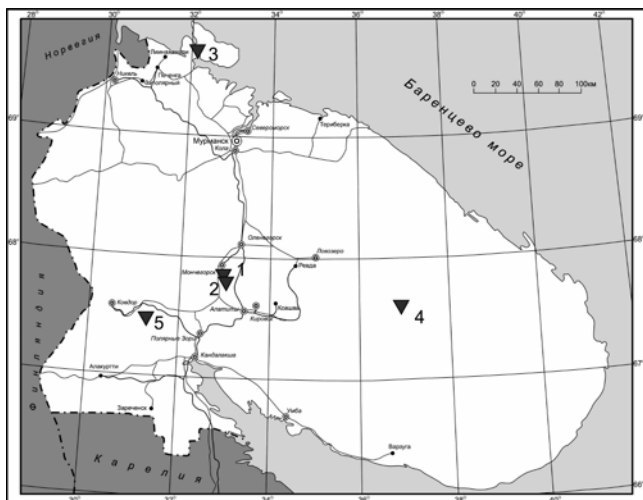


Рис. 24. Схема размещения основных месторождений и проявлений кварцита

полуострове Средний (3). Известны проявления кварцитов на Кейвах – Тяпшш-Манюк (4) и др. В Ковдорском районе расположено месторождение кварцитов Рагутчане (5). Разновидности Рагутчанских кварцитов с мелким мусковитом используются для изготовления сувенирной продукции.

## Кварц Quartz

Балансом запасов по Мурманской области учитывается одно месторождение кварца для плавки – Перчатка на территории Ёнского рудного поля (1). Кварцево-жильная зона на месторождении Перчатка прослежена по простираению на 450 метров, видимая мощность колеблется от 80 до 150 метров. Зона состоит из трех кварцевых тел.







ната-альмандина, который выделяется в кварц-мусковитовой массе в форме крупных кристаллов размером от 1-2 до 25 сантиметров. В гранатитах содержание граната достигает 70-80 %. Месторождения и проявления абразивного граната в Мурманской области – одни из крупнейших в мире и имеют общие запасы около 2.7 млн. тонн.

## Кианит Kyanite

Одним из перспективных видов сырья для производства технического глинозема, силуминов (сплавов кремния и алюминия для машиностроения) и высокоглиноземистых огнеупоров является кианит, содержащий 62.5 %  $Al_2O_3$  и 37.5 %  $SiO_2$ .



Кианитовые руды в Мурманской области образуют Кейвскую группу месторождений (28 разведанных месторождений), не имеющую аналогов в мире, протягивающуюся с

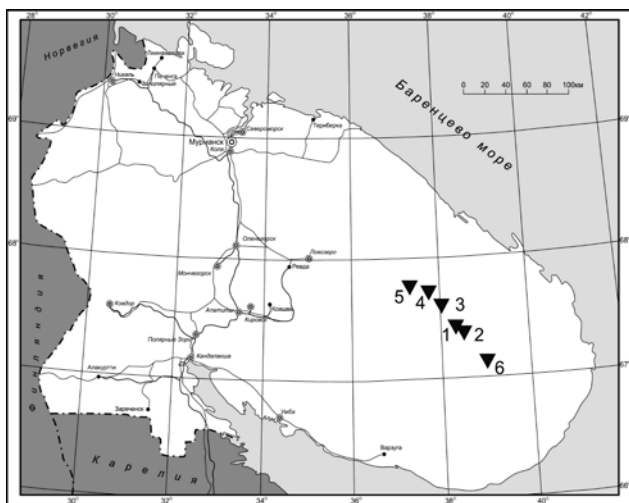


Рис. 27. Схема размещения основных месторождений и проявлений кианита



запада на восток на 120 км. Наиболее крупными являются Шуурурта (1), Восточная Шуурурта (2), Червурта (3), Тяпыш-Манюк (4), Воргельюрта (5), Нусса (6) и другие, всего. Суммарные запасы кианитовых сланцев с содержанием кианита не менее 30 % превышают 2,6 млрд. т, а ресурсы оцениваются до 25-30 млрд. т.

## Графит Graphite

Графит используется в ядерной энергетике для изготовления стержней, в электротехнике, является высокоэффективным смазочным материалом для машин и механизмов. По простиранию Северо-Сальнотундровского разлома на протяжении 80 км прослежена электропроводящая зона, обусловленная наличием графита. В отдельных участках этой зоны содержание графита в породах достигает 80%, при

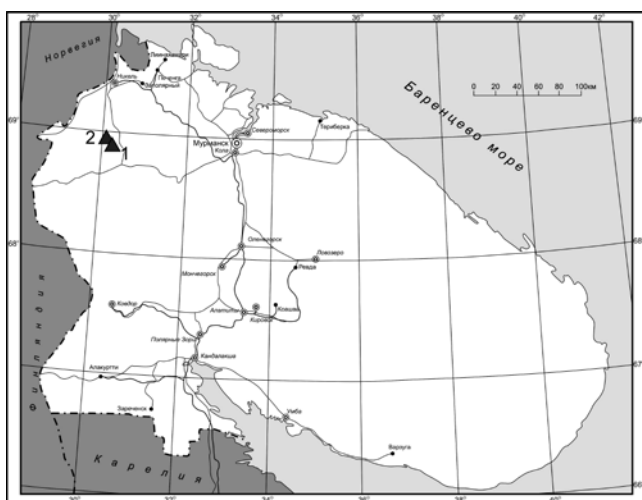


Рис. 28. Схема размещения основных месторождений и проявлений графита

этом преобладает крупночешуйчатый графит. В Печенгско-Аллареченском рудном районе известно 25 проявлений графита. Прогнозные ресурсы наиболее крупных проявлений Скалистый (1) и Южный (2) составляют 4 млн. тонн графита, но они пока не разрабатываются.

## Асбест Asbestos

Асбест является прекрасным тепло- и электроизолятором, что позволяет широко использовать его в различных отраслях промышленности, для производства строительных блоков, в изготовлении огнестойкой одежды и т.д.



Крупные проявления хризотил-асбеста известны в Печенгском районе и связаны с массивами ультраосновных пород – Печенгское (1), Поварское (2) и др. Ресурсы хризотил-асбеста

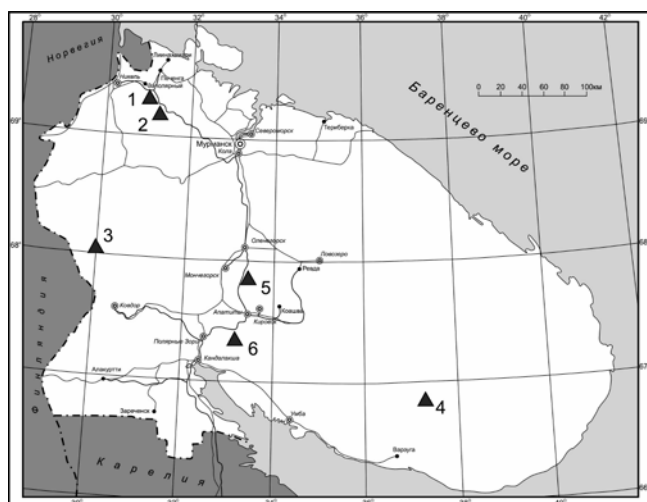


Рис. 29. Схема размещения основных месторождений и проявлений асбеста

Печенгского рудного поля составляют около 1 млн. тонн. Проявления антофиллит-асбеста известны в Нотозерской зоне – Падос (3), и в Терском районе – массив Фалалей (4). Проявления тремолит-асбеста известны в районе железнодорожной станции Хибины (5), а амфиболового асбеста – в оливинитах массива Лесная Варака (6).

## Тальк Talc



Тальк используется в резиновой, целлюлозно-бумажной, автомобилестроительной, фармацевтической и других отраслях промышленности, в парфюмерии и т.д. Он широко распространен в измененных серпентинитах Печенгского рудного поля (1). Тальковые жилы известны в высокомагнезиальном массиве Фалалей (2). Но наиболее перспективны проявления талька в дунитах массива Падос

перспективны проявления талька в дунитах массива Падос

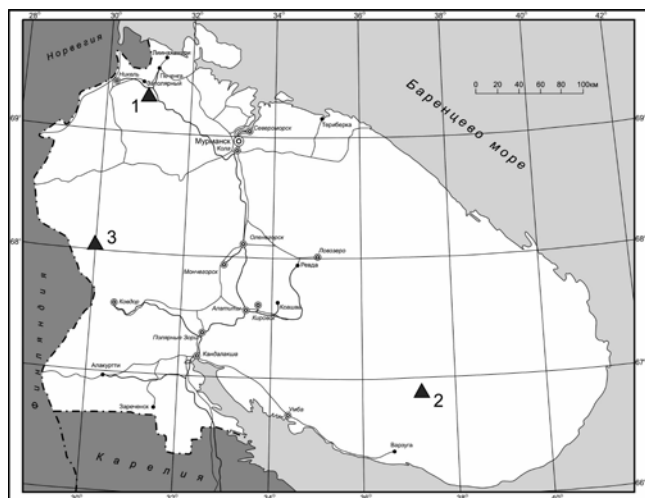


Рис. 30. Схема размещения основных месторождений и проявлений талька

(3), хотя по технологическим свойствам он несколько уступает тальку на эксплуатируемых месторождениях Урала.

### Флюорит Fluorite

Флюорит используется в металлургии и для получения фтора и его соединений. Источником флюорита может быть молибденовое месторождение Юриёвки (1). Содержание флюорита в руде составляет 5 %, а общие запасы 31 тыс. тонн. Как попутный компонент флюорит присутствует в цирконий-иттриевом месторождении Сахарёнок (2), где его содержание в руде составляет 1 %, а общие запасы - 168 тыс. тонн.

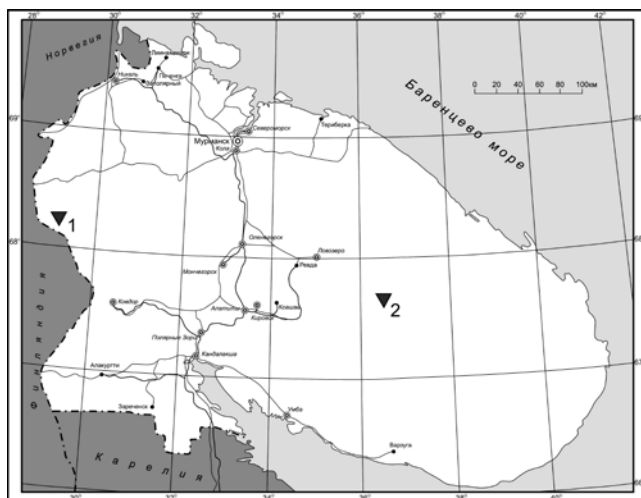


Рис. 31. Схема размещения основных месторождений и проявлений флюорита

## Каолин Kaolin

Каолин является одним из важнейших видов минерального сырья. Он широко применяется в производстве бумаги, керамики, огнеупоров, резины, полимеров, красок, строительных материалов. Находки каолина в виде малокремнеземистых каолиновых глин в небольшом масштабе известны в обрамлении Хибинского (1) и Ловозерского массивов. В районе города Кандалакша на юге Кольского полуострова за последние годы выявлено богатое проявление каолиновых глин Савино (2). Сырье имеет хорошие технологические характеристики, что

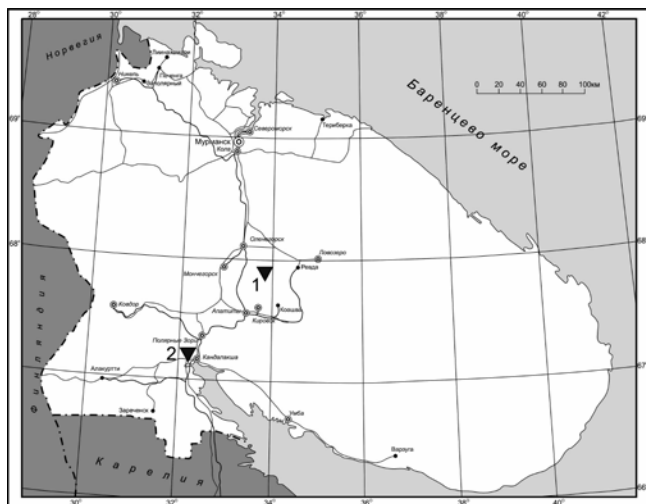


Рис. 32. Схема размещения основных месторождений и проявлений каолина

создает перспективу его использования как огнеупорного сырья для местной промышленности.

## Керамические пегматиты Ceramic pegmatites

Керамические пегматиты являются важным сырьем для производства керамики, огнеупоров, фарфора, фаянса и т.д. Основной район добычи – восточная часть Гирвас-Куруварского пегматитового района



на юго-западе Кольского полуострова. Самые крупные месторождения – Куру-Вара (1), Риколатва (2), Отрадное (3), Уполакша (4). Запасы микроклиновых пегматитов чистых – 3.5 млн. тонн; плагиоклазовых пегматитов – около 3.0 млн.

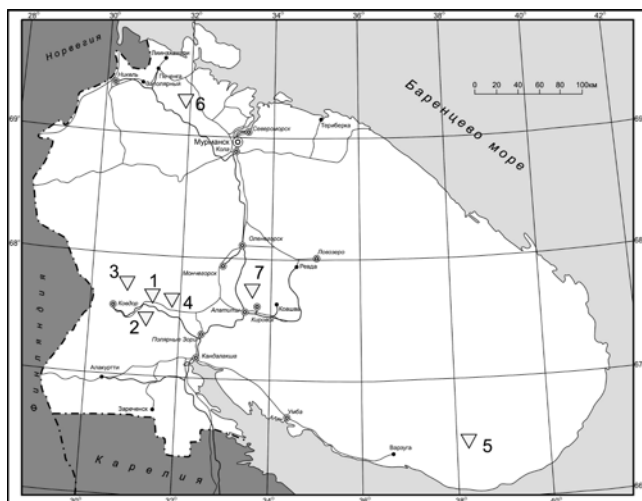


Рис. 33. Схема размещения основных месторождений и проявлений керамических пегматитов

тонн; смешанных (загрязненных) пегматитов – 11.5 млн. тонн. Прогнозные ресурсы гранитных пегматитов в западной части того же района составляют порядка 70 млн. тонн. Поля керамических пегматитов известны также в Терском (5) и

Печенгском (6) районах. Для производства керамики может использоваться калиевый полевой шпат из пегматитов Хибинского массива (7).

### Диатомит Diatomite

Диатомиты являются сырьем для производства фильтровальных порошков. Диатомитовый порошок используется на химических, целлюлозно-бумажных и пищевых комбинатах, на заводах синтетического каучука, а также для изготовления медицинских препаратов. Основным источником диатомитового сырья в Мурманской

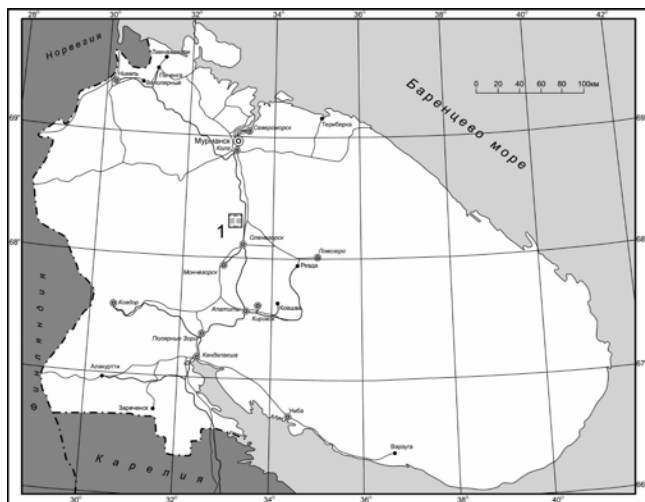


Рис.34. Схема размещения месторождения диатомита

области является месторождение озера Масельское-1 (1). Пластообразные залежи диатомита мощностью от 1 до 3 метров залегают на дне озера глубиной до 5 м, длина которого составляет 1 километр, а ширина 70-130 м. Разведанные запасы составляют около 90 тыс. м<sup>3</sup>. Вдоль железной

дороги Кандалакша-Мурманск разведано более 30 проявлений диатомитов с суммарными ресурсами более 40 млн. м<sup>3</sup>.

## Строительные материалы Construction materials

Промышленные и строительные предприятия Мурманской области полностью обеспечены строительными материалами – камнем, гравийно-песчаными смесями, глинами. Месторождения песчано-гравийных материалов разрабатываются в районе городов Мурманск (1), Кола (2), Мончегорск (3), Апатиты (4), Ковдор (5), в Печенгском районе (6). Общие запасы разведанных месторождений (их более 50) около 100 млн. м<sup>3</sup>. В Мурман-

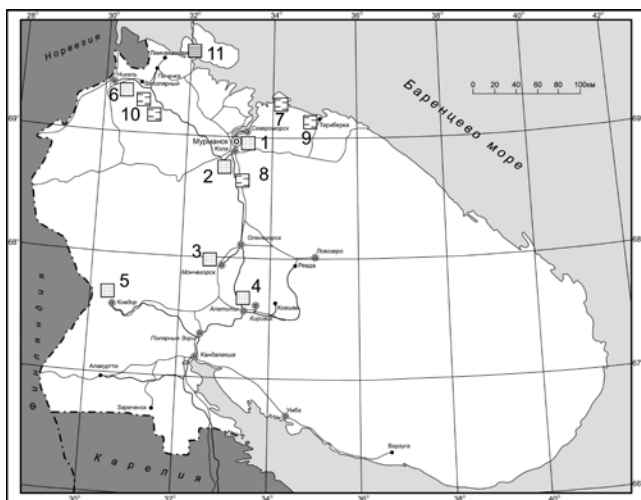
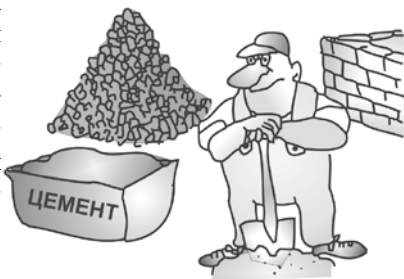


Рис. 35. Схема размещения основных месторождений и проявлений строительных материалов

ской области известно десять месторождений глин и суглинков с общими запасами около 14 млн. м<sup>3</sup>. Самые крупные и



экономически рентабельные – Кильдинское (7), Шонгуйское (8), Териберское (9), Печенгские 1 и 2 (10). В Куолярвинском районе (юго-запад Кольского п-ова), в Прихибинье, на полуостровах Средний и Рыбачий известны проявления шунгизитового сырья из углеродисто-глинистых сланцев. Дефицитным (привозным) является известковое сырье.

### Облицовочные камни Facing stones

Мурманская область располагает значительными запасами и широким спектром декоративных свойств облицовочного камня. Многие месторождения представлены породами марки "гранит", то есть по твердости и прочности облицовочные камни этих месторождений отвечают высококачественному сырью по мировой классификации. Ассортимент обли-

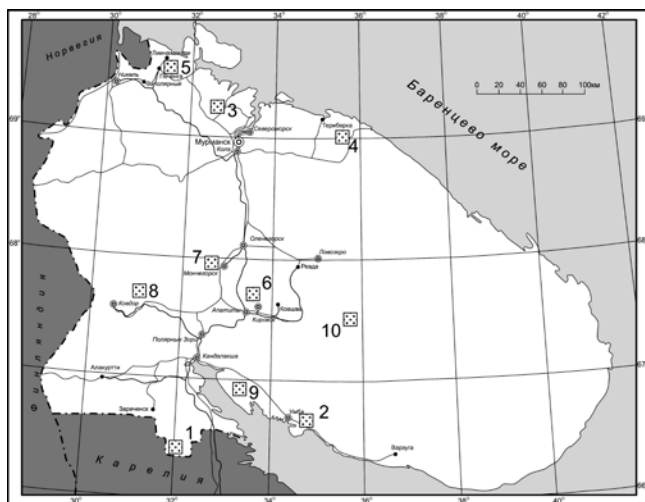


Рис. 36. Схема размещения основных месторождений облицовочных камней

цочных и декоративных камней Кольского региона очень широкий: розовый гранит месторождений Винга (1) и Кузурка (2), оливково-красный гранит – Вальсейвр (3), зеленовато-красный гранит – Одьявр (4), черный пироксенит – Кирикован (5), оливковый хибинит – Ловчорр (6), серое габбро – Мончетундровское (7), черный габбро-норит – Ёнское (8) и многие другие. Определенные перспективы можно связывать с использованием нового вида облицовочного камня – белых анортозитов массивов Колвицких (9) и Панских тундр (10).

### Поделочные и драгоценные камни Jeweller-semiprecious

Кольский полуостров богат и знаменит своими поделочными камнями. Широко известны аметистовые щетки месторождения Мыс Корабль (1), амазонит горы Плоской и горы Парусной в Кейвах (2), эвдиалит, тингуаит и астрofilлит Хибин (3), серпофит и антигорит месторождения

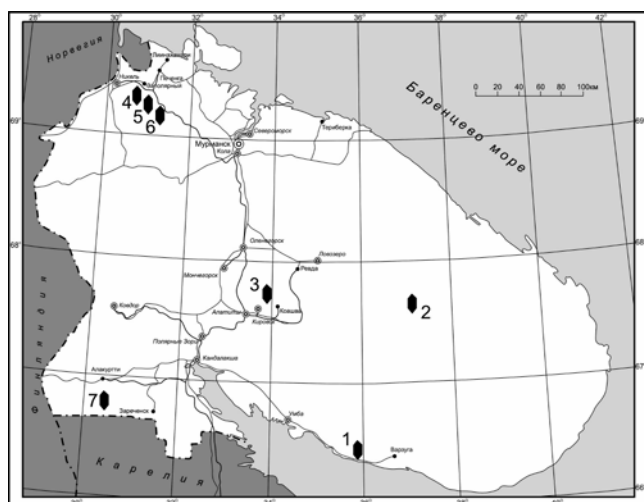


Рис. 37. Схема размещения основных месторождений и проявлений поделочных и драгоценных камней

Пильгуйarvi (4), красная яшма горы Матерт (5), доломиты месторождений Ручей Сухой, Луостари и Пирттияarvi в Печенгском рудном районе (6) и многие другие породы и минералы. Практический интерес представляет Вуориярвинское проявление горного хрусталя (7) на юго-западе Кольского полуострова.

На Кольском полуострове долгое время осуществлялся активный промысел полудрагоценного жемчуга, из которого делали бусы, ожерелья, которым украшали даже короны царских особ. Вес жемчужин достигал иногда более 1 грамма. Жемчуг добывали на порожистых реках – Туломе, Варзуге, Ковде и других. Промысел жемчуга утратил свое значение к концу XX-го века в связи с широким распространением искусственного жемчуга. По качеству и сохранности русский северный жемчуг не уступает и даже по некоторым параметрам превосходит (он не тускнеет со временем) жемчуг из южных морей.

## Алмазы Diamonds



По качеству (прозрачность, монолитность) и размеру алмазы подразделяются на ювелирные и технические. В ювелирном деле используются алмазы массой больше 0.05 карат (0.01 г). Средняя стоимость таких алмазов составляет около 90 долларов за карат (1 карат = 0.2 грамма).

Около 75 % общей массы алмазного сырья относится к техническим сортам (<0.05 карат, сrostки, шарообразные мелкозернистые агрегаты, черные, пористые зерна) и используется для производства резцов, сверл, буровых коронок, абразивного порошка, шлифовальных кругов, а также в часовой и алмазобрабатывающей промышленности. Стоимость технических алмазов составляет от 1 до 7 долларов за карат и менее.

В Мурманской области первая находка алмазов известна с конца XIX-го века. В низовье реки Паз (8) несколько кристаллов были найдены французским исследователем Ве-

лением. В настоящее время разведаны две слабоалмазоносные кимберлитовые трубки (0.003 карат на тонну), входящие в состав Ермаковского поля (1). К востоку от него на основе геофизических данных и находок минералов-спутников ал-

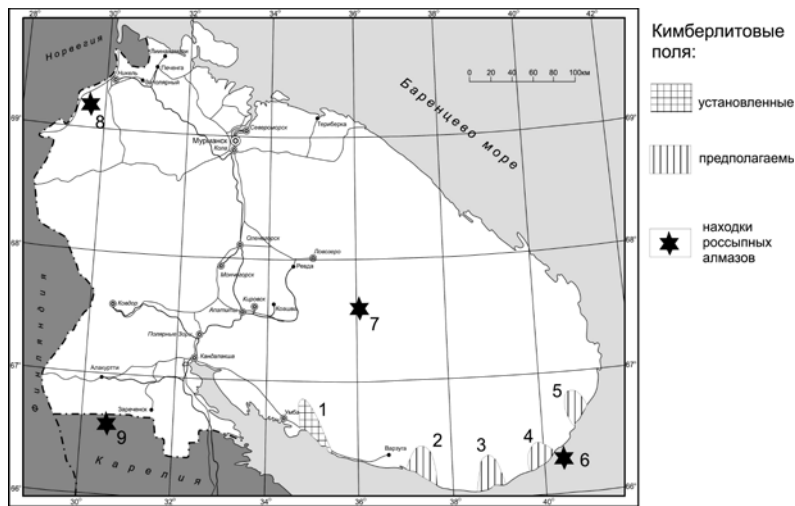


Рис. 38. Схема размещения основных проявлений и перспективных площадей на алмазы

мазов и обломков кимберлитов и родственных пород прогнозируется еще четыре кимберлитовых поля - Макеевское (2), Пялицкое (3), Пулоньгское (4) и Снежницкое (5).

На территории Мурманской области и прилегающего шельфа Баренцева и Белого морей весьма вероятно нахождение россыпных проявлений алмазов, сформированных за счет разрушения алмазоносных кимберлитов. Россыпи алмазов имеют важное промышленное значение благодаря преобладанию (60-95 %) ювелирных камней и более высокой концентрации алмазного сырья по сравнению с редкими и слабоалмазоносными коренными проявлениями кимберлитов. Потенциально алмазоносными считаются прибрежно-морские россыпи Терского побережья Горла Белого моря (6) и россыпи аллювиального и ледникового происхождения в центральной континентальной части Кольского полуострова - Белотундровский участок (7). В этих районах были обнару-

жены алмазы и его минералы-спутники – пироп, хромдиопсид, хромшпинелид. Россыпные алмазы были найдены и в донных осадках Горла Белого моря (6). Эти работы проводились сотрудниками Геологического института КНЦ РАН. Кроме этого, алмазы были обнаружены геологами нашей областной Центрально-Кольской экспедиции в Северной Карелии, на границе с Мурманской областью – участок Ципринга-Соколо-зеро(9).

## 7. Природы воды

### Вода (H<sub>2</sub>O) Water



Вода является самым распространенным соединением в земной коре, особенно в гидро- и биосфере. В водоемах Кольского п-ова распространены преимущественно слабо минерализованные углекислые воды. Максимальное техногенное воздействие оказывается на озеро Имандра, на берегах которого находятся все крупные горно-обогатительные и горнометаллургические комбинаты области, а также Кольская атомная электростанция. Выделяются следующие разновидности воды:

**питьевая, техническая** - водозабор из озер Кольского п-ова для городов, поселков и промышленных предприятий;

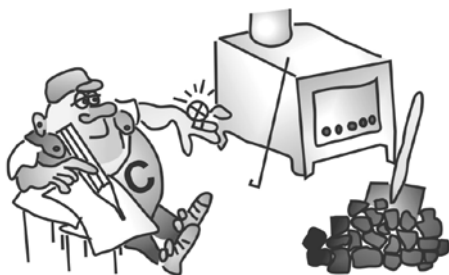
**минерализованная** (из артезианских скважин около городов Кировск, Мончегорск, Кандалакша, Североморск).

Мурманская область характеризуется в целом высокой водообеспеченностью пресными поверхностными водами. На Кольском п-ове насчитывается около 20000 ручьев, рек и рек, 10 водохранилищ площадью 342,2 тыс. га, а также более

111600 озер и ламбин общей площадью 922,7 тыс. га (данные Управления Мурманрыбвод). Самая крупная река области - Поной - имеет длину более 400 км и площадь водосбора 15500 км<sup>2</sup>. Несколько меньше реки Тулома, Лотта, Варзуга, Воронья, Стрельна, Иоканьга и др. По химическому составу воды рек принадлежат к гидрокарбонатному классу группы Са<sub>2</sub><sup>+</sup>, реже Na<sup>+</sup> (на побережье Баренцева моря). Минерализация речных вод незначительна – меньше 100 мг/л. Самые крупные водные бассейны - озера Имандра (площадь зеркала 816 км<sup>2</sup>), Умбозеро (313 км<sup>2</sup>), Ковдозеро (вместе с Княжегубским вдхр. 606 км<sup>2</sup>) и Ловозеро (200 км<sup>2</sup>) и искусственные водохранилища – Верхнетуломское (745 км<sup>2</sup>) и Серебрянское. Общая площадь зеркала озер составляет более 9200 км<sup>2</sup>, или 6% территории Мурманской области. Большинство водных объектов Мурманской области принадлежат к бассейнам Баренцева и Белого морей и незначительная территория на юго-западе области – бассейну Балтийского.

Потенциальные эксплуатационные ресурсы подземных вод (более чистых и защищенных от неблагоприятного экологического воздействия) Мурманской области составляют 2557000 куб. м/сут., или примерно 2,65 куб. м/сут. на 1 человека.

## 8. Углеводородное сырье Hydrocarbons



Нефть и газ являются основными видами энергетического сырья. Сегодня доля нефти в мировом энергобалансе составляет около 39 %, газа – 22 % при общем производстве энергии 13 млрд. тут (тонн условного топлива), а по про-

гнозам на 2015 год составит соответственно 37 и 26 % при производстве 20.3 млрд. тут. Нефть и газ являются основными продуктами экспорта из России на сумму около 70 млрд. долларов ежегодно. Нефтепродукты используются как топливо для автомобильного и гусеничного транспорта, как сы-

рье в химической промышленности для получения синтетического каучука, синтетических волокон, пластмасс, удобрений, полиэтилена и многих других химических продуктов.

В сфере экономического влияния Мурманской области находятся многочисленные месторождения углеводородов (нефть, газ, газ-конденсат) на шельфе Баренцева, Печорско-

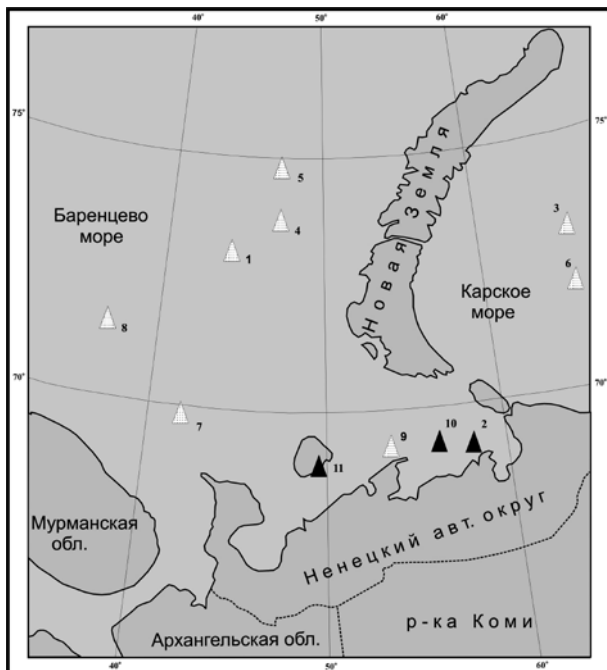


Рис. 39. Схема размещения основных месторождений и проявлений углеводородов на Арктическом шельфе

го и Карского морей. Провинция включает в себя около 40 месторождений с общими геологическими ресурсами 57 млрд. тонн условного топлива, в том числе извлекаемыми - 35 млрд. тонн. Около 70 % этих ресурсов приходится на природный газ. В ближайшее время эксплуатация начнется на Штокмановском газо-конденсатном (1) и Приразломном нефтяном (2) месторождениях. Штокмановское месторождение представляет собой 4 газоносных пласта, залегающих в средне-позднеюрских

отложениях, вскрытых бурением на глубине от 1700 до 3000 м. Газ метановый (более 90 %), малосернистый, содержание стабильного конденсата от 4.8 до 14 г/м<sup>3</sup>. По величине учтенных запасов месторождение является уникальным в мире: газ - 2.9 трлн. м<sup>3</sup>, конденсат - 85 млн. тонн. На крупном Приразломном месторождении (2) в Печорском море учтены запасы нефти 28 млн. тонн. Две залежи нефти, находящиеся на глубинах 2300-2700 м, приурочены к карбон-нижнепермским отложениям и содержат тяжелую нефть с высоким содержанием серы. Перспективными газовыми и газо-конденсатными месторождениями провинции являются Русановское (3), Ледовое (4), Лудловское (5), Ленинградское (6), Мурманское (7), Северо-Кильдинское (8), Поморское (9); нефтегазоконденсатными - Северо-Гуляевское (10), Песчаноозерское (11).

Небольшая по масштабам добыча каменного угля из девонских (палеозойских) отложений ведется на архипелаге Шпицберген трестом "Арктикуголь". Она была начата еще перед Великой Отечественной войной 1941-1945 гг. и продолжалась во время войны, что помогло выстоять жителям города Мурманска, когда была блокирована железная дорога Ленинград-Мурманск.



## Список основной использованной литературы

**Гавриленко Б.В.** Геолого-экономические аспекты золотосности Мурманской области и сопредельной Северной Карелии // Наука и бизнес на Мурмане. - 1997. - № 3. - С. 25-29.

Геология медно-никелевых месторождений СССР /Под ред. **Н.П. Лаверов, Г.И. Горбунов.** - Л.: Наука, 1990. - 280 с.

Геология рудных районов Мурманской области / В.И. Пожиленко, **Б.В. Гавриленко, Д.В. Жиров, С.В. Жабин.** Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2002. - 359 с.

**Додин Д.А., Чернышев Н.М., Яцкевич Б.А.** Платинометалльные месторождения России. - С-Пб.: Наука, 2000. - 755 с.

Доклад о состоянии окружающей среды Мурманской области в 2001 году. - Под ред. **Олесика Е.П., Хруцкого В.М., Артоболевского В.И. и др.** /Сост. **Аверкиев Д.Б., Амосова Л.П., Анучина С.К. и др.** - Мурманск: типография ЗАО "КаэМ", 2002. - 115 с.

**Каретников Е.В.** Экономическое развитие ОАО "Апатит" на пути к стабилизации // Север и рынок. - 1999. - № 2. - С. 23-27.

Кольский регион – новая платинометалльная провинция /**Митрофанов Ф.П., Яковлев Ю.Н., Дистлер В.В. и др.** // Геология и генезис платиновых металлов. - М.: Наука, 1994. - С. 65-79.

Минерально-сырьевая база Мурманской области. Ч. I / **Афанасьев Б.В., Бичук Н.И., Даин А.Д. и др.** // Минеральные ресурсы России. - 1997. - № 3. - С.17-22.

Минерально-сырьевая база Мурманской области. Ч. II **Афанасьев Б.В., Бичук Н.И., Даин А.Д. и др.** // Минеральные ресурсы России. - 1997. - № 4. - С.12-17.

Минеральные месторождения Кольского полуострова / **Горбунов Г.И., Бельков И.В., Макиевский С.И. и др.** - Л.: Наука, 1981. - 272 с.

Мультимедийный справочник по минерально-сырьевым ресурсам и горнопромышленному комплексу Мурманской области: Цифровой информационный ресурс. Ч. 1. Геология и минерально-сырьевые ресурсы. Ч. 2. Горнопромышленный комплекс /Ред. **Ф.П. Митрофанов, А.В. Лебедев.** - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001.

Освоение минеральных богатств Кольского полуострова /Отв. ред. **И.А. Турчанинов.** Мурманск: Мурманское кн. изд-во, 1974. - 276 с.

**Остистый Б.К., Лузин Г.П., Меркулов О.Н.** Проблемы освоения углеводородных ресурсов шельфовых акваторий западной Арктики. Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 1999. - 149 с.

Перспективы россыпной алмазности Кольского региона /**Гавриленко Б.В., Митрофанов Ф.П., Зозуля Д.Р. и др.** // Вестник МГТУ. - 2000. - Т. 3, № 2. - С. 235-244.

Ресурсы редкометалльного сырья Мурманской области и перспективы их освоения /**Гавриленко Б.В., Бичук Н.И., Митрофанов Ф.П. и др.** // Минеральное сырье. - 2000. - № 6. - С. 61-67.

**Ферсман А.Е.** Полезные ископаемые Кольского полуострова. М.-Л.: изд-во АН СССР, 1941. - 345 с.

Экологический атлас Мурманской области. Москва-Апатиты, 1999. - 48 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Краткий геологический и металлогенический очерк Мурманской области.....	6
2. Природное и антропогенное (связанное с деятельностью человека) воздействие химических элементов и последствий хозяйственной деятельности на окружающую среду.....	17
3. Классификация полезных ископаемых Мурманской области.....	21
<u>Металлические полезные ископаемые:</u> .....	21
<u>Неметаллические полезные ископаемые:</u> .....	21
<u>Индустриальные минералы и породы:</u> .....	22
<u>Природные воды</u> .....	22
<u>Углеводородное сырье</u> .....	22
<u>Перечень химических элементов (в порядке атомных номеров) и главных промышленных типов минералов и пород - носителей этих элементов</u> .....	22
<u>Алфавитный список индустриальных минералов и пород Кольского полуострова:</u> .....	24
4. Металлические полезные ископаемые.....	25
<u>Черные металлы</u> .....	25
Железо Iron.....	25
Титан Titanium.....	27
Ванадий Vanadium.....	27
Хром Chromium.....	29
<u>Цветные металлы</u> .....	31
Алюминий Aluminium.....	31
Галлий Gallium.....	31
Никель Nickel.....	33
Кобальт Cobalt.....	33
Медь Copper.....	36
Молибден Molybdenum.....	37
Свинец Lead.....	39
Цинк Zinc.....	39
Вольфрам Tungsten.....	41

Олово Tin.....	41
<u>Редкие металлы</u> .....	42
Литий Lithium.....	42
Цезий Cesium.....	42
Рубидий Rubidium.....	42
Бериллий Beryllium.....	42
Цирконий Zirconium.....	44
Гафний Hafnium.....	44
Ниобий Niobium.....	46
Тантал Tantalum.....	46
<u>Редкоземельные элементы Rare-earth elements</u> .....	47
Иттрий Yttrium.....	47
Стронций Strontium.....	47
<u>Радиоактивные металлы</u> .....	49
Уран Uranium.....	49
Торий Thorium.....	49
<u>Благородные металлы</u> .....	50
Золото Gold.....	50
Серебро Silver.....	50
Металлы платиновой группы Platinum group elements.....	53
5. Неметаллические полезные ископаемые.....	56
Фосфор Phosphorus.....	56
Группа серы Sера Sulphur.....	58
Селен Selenium.....	58
Теллур Tellurium.....	58
6. Индустриальные минералы Industrial minerals.....	59
Вермикулит Vermiculite.....	61
Флогопит Phlogopite.....	62
Мусковит.....	63
Барит Barite.....	64
Оливинит Olivinite.....	65
Кварцит Quartzite.....	67
Кварц Quartz.....	68

Гранат Garnet.....	69
Кианит Kyanite.....	70
Графит Graphite.....	71
Асбест Asbestos.....	72
Тальк Talc.....	73
Флюорит Fluorite.....	74
Каолин Kaolin.....	75
Керамические пегматиты Ceramic pegmatites.....	76
Диатомит Diatomite.....	77
Строительные материалы Construction materials.....	78
Облицовочные камни Facing stones.....	79
Поделочные и драгоценные камни Jeweller- semiprecious.....	80
Алмазы Diamonds.....	81
7. Природные воды	83
Вода (H <sub>2</sub> O) Water.....	83
8. Углеводородное сырье Hydrocarbons.....	84
Список основной использованной литературы.....	87

