

**ПОИСКИ И РАЗВЕДКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

ЛИТЕРАТУРА

• **Основная:**

1. **Авдонин В.В.** Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов / В.В. Авдонин, Г.В. Ручкин, Н.Н. Шатагин, Т.И. Лыгина, М.Е. Мельников; Под ред. В.В. Авдонова. – М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2007. 540 с.
2. **Поротов Г.С.** Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: Учебник / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб. 2004. 244 с.
4. **Инструкция по геохимическим методам** поисков рудных месторождений / М-во геологии СССР. – М.: Недра, 1983. 191 с.
5. **Каждан А.Б.** Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Научные основы поисков и разведки: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1984. 285 с.
6. **Каждан А.Б.** Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Производство геологоразведочных работ: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1985. 288 с.

• **Дополнительная:**

7. **Красулин В.С.** Справочник техника-геолога. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1986. 324с.
8. **Методические рекомендации по применению Классификации запасов** месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых / Выпуски по видам полезных ископаемых. – М.: МПР РФ, 2007.
9. **Погребицкий Е.О.** Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие для вузов / Е.О. Погребницкий, С.В. Парадеев, Г.С. Поротов, В.И. Терновой, А.В. Скропышев, Н.И. Руденко; Под ред. Е.О. Погребницкого и В.И. Тернового. Изд. 2-е. – М.: Недра, 1977. 405 с.
10. **Поиски и разведка** месторождений полезных ископаемых. Часть 1. Поиски месторождений: **Методические указания** по выполнению контрольного задания для студентов заочного отделения геологического факультета / Перм. ун-т; Сост. **А.С. Сунцев, Г.В. Лебедев.** – Пермь, 1996. 64 с.
11. **Поиски и разведка** месторождений полезных ископаемых: **Методические указания** по составлению учебных проектов оценочных работ на месторождениях полезных ископаемых (для месторождений с телами уплощенной формы) / Перм. ун-т; **Сост. А.С. Сунцев.** – Пермь, 2001. 32 с.
12. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: метод. разработка к лабораторным работам: альбом графических материалов / сост. А.С. Сунцев; Перм. Ун-т. – Пермь, 2007. 84 с.
13. **Якжин А.А.** Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат, 1959. 568 с.

Нормативные документы

1. **Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200000** (Роскомнедра). М., 1995. 244 с.
2. **Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 1 000 000 (третьего поколения)**. Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ». М. – СПб. 2008 174 с.
3. **Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых**. – М.: ФГУ ГКЗ, 2007. (Выпуски по видам полезных ископаемых).
4. **Инструкция о порядке заполнения формы** федерального государственного статистического наблюдения № 70-ТП «Сведения об извлечении твердых полезных ископаемых при добыче» и по составлению сводного отчета. - М.: ФГУ Росгеолфонд, 2001.
5. **Сведения о состоянии и изменении запасов** твердых полезных ископаемых. Отчет по форме № 5-гр. Утв. Госкомстат России 18.16.1999, № 44.
6. **Сведения о приросте запасов** полезных ископаемых. Отчет по форме № 4-гр. Утв. Госкомстат России 13.11.2000, № 110.
7. **ГОСТ Р 53579–2009 Отчет о геологическом изучении недр**. Общие требования к содержанию и оформлению.
8. **ГОСТ 7.32-2001** Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
9. **Методическое руководство по составлению паспортов государственного кадастра месторождений и проявлений** полезных ископаемых Российской Федерации (Издание второе). М.- ФГУ Росгеолфонд, 2002.
0. **Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых**. Утв. приказом МПР России от 11.12.2006 N 278.
1. **Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям** (твердые полезные ископаемые). Утв. Минприроды РФ 05.07.99г. № 832-р
2. **Методические рекомендации по составу и правилам оформления** представляемых на государственную экспертизу материалов по **техничко-экономическим обоснованиям кондиций** для подсчета запасов месторождений полезных ископаемых.- М.: ФГУ ГКЗ, 2007.
3. **Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов** месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев) .- М.: ФГУ ГКЗ, 2007.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

- 1.1. Введение
- 1.2. Геолого-промышленные типы месторождений
- 1.3. Стадийность геологоразведочных работ
- 1.4. Факторы, определяющие промышленную ценность месторождений

Раздел 2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

- 2.1. Геологические основы прогнозирования месторождений
- 2.2. Поисковые предпосылки и признаки
- 2.3. Основы прогнозно-минералогических

Раздел 3. ПОИСКИ И ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

- 3.1. Природные условия ведения поисковых работ
- 3.2. Методы поисков
- 3.3. Оценочные работы

Раздел 4. ОПРОБОВАНИЕ

- 4.1. Понятие о качестве полезного ископаемого
- 4.2. Химическое опробование
- 4.3. Минералогическое опробование
- 4.4. Техническое опробование
- 4.5. Технологическое опробование
- 4.6. Основы геофизических методов опробования
- 4.7. Контроль опробования

Раздел 5. РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- 5.1. Задачи и принципы разведки
- 5.2. Способы и системы разведки
- 5.3. Обоснование систем разведочных работ
- 5.4. Требования к изученности месторождений на стадии разведки месторождений
- 5.5. Эксплуатационная разведка

Раздел 6. ОСНОВЫ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- 6.1. Общие требования к геолого-экономической оценке месторождений
- 6.2. Кондиции к подсчету запасов
- 6.3. Подсчет запасов полезных ископаемых
- 6.4. Экономическая эффективность геологоразведочных работ

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Введение

Цель и задачи дисциплины

Цель - овладение теоретическими и методическими основами поисков, разведки и геолого-экономической оценки месторождений **твердых полезных ископаемых**.

Задачи:

1. **Изучение основ организации геологоразведочных работ и задач геологической службы на разных стадиях геологоразведочного процесса.**
2. **Овладение основами геологического прогнозирования месторождений полезных ископаемых.**
3. **Освоение методики поисков месторождений полезных ископаемых.**
4. **Овладение методами разведки и опробования месторождений полезных ископаемых.**
5. **Изучение основ геолого-экономической оценки месторождений.**

Дисциплина «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» **занимает одно из центральных мест в подготовке специалистов-геологов.** В нем синтезированы знания практически по всем геологическим дисциплинам, изучаемым на геологическом факультете.

Учение о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых – это **прикладная геолого-экономическая наука**, изучающая методы наиболее эффективного выявления промышленно-ценных скоплений полезных ископаемых и способы их геолого-экономической оценки.

Геологическую **основу** дисциплины **составляет учение о полезных ископаемых.**

Предметом изучения **являются участки недр, которые содержат или могут содержать промышленные скопления полезных ископаемых.**

Основные понятия

- **Полезные ископаемые** – это природные вещества земной коры, пригодные при существующем уровне техники и технологии для использования в народном хозяйстве.
- **Минеральное сырье** – добытое полезное ископаемое.

По агрегатному состоянию полезные ископаемые делятся на: **твердые, жидкие и газообразные.**

Твердые полезные ископаемые разделяются на: **рудные, нерудные и горючие.**

Рудные полезные ископаемые содержат минералы или минеральные соединения, которые служат источником получения различных химических соединений или элементов (металлических, химических, агрономических).

Нерудными называются полезные ископаемые, продуктами переработки которых являются агрегаты минералов или кристаллы (абразивы, диэлектрики, драгоценные и поделочные камни, пьезо- и оптические минералы), а также горные породы, используемые промышленностью без существенной переработки (флюсы, огнеупоры, строительные и керамические материалы).

Твердые горючие полезные ископаемые: угли, горючие сланцы, асфальтиды и озокериты.

Жидкие и газообразные полезные ископаемые подразделяются на: горючие (нефть, горючие газы); пресные, минеральные, соленые и нефтяные воды; инертные газы.

Металлические, неметаллические, горючие, гидроминеральные полезные ископаемые

- Параллельно часто пользуются несколько иной, но во многом похожей группировкой полезных ископаемых, которая приведена ниже.
- По промышленному использованию обычно делятся на металлические, неметаллические полезные ископаемые, горючие (или каустобиолиты) и гидроминеральные полезные ископаемые.
- **Металлические** полезные ископаемые представлены рудами полезные ископаемые представлены рудами черных (Fe, Cr, Mn, Ti), цветных (Cu, Zn, Pb, Al и др.), редких (Ta, Nb, Be, Zr, Li, Sc и др.) и радиоактивных (U, Th, Ra) металлов полезные ископаемые представлены рудами черных (Fe, Cr, Mn, Ti), цветных (Cu, Zn, Pb, Al и др.), редких (Ta, Nb, Be, Zr, Li, Sc и др.) и радиоактивных (U, Th, Ra) металлов, а также благородными металлами (Au, Ag, Pt, Os, Ir, Rh, Pd, Ru).
- **Неметаллические** полезные ископаемые включают горнохимическое сырье (например, апатит включают горнохимическое сырье (например, апатит, фосфорит, барит включают горнохимическое сырье (например, апатит, фосфорит, барит), сырье для извлечения промышленных минералов включают горнохимическое сырье (например, апатит, фосфорит, барит), сырье для извлечения промышленных минералов (асбесты, слюды включают горнохимическое сырье (например, апатит, фосфорит, барит), сырье для извлечения промышленных минералов (асбесты, слюды, графит включают горнохимическое сырье (например, апатит, фосфорит, барит), сырье для извлечения промышленных минералов (асбесты, слюды, графит, драгоценные и поделочные камни и др.) промышленные горные породы включают горнохимическое сырье

Группировка скоплений полезных ископаемых

В зависимости от количества, качества, горно-геологических условий и степени изученности, а также природных и экономических условий размещения скопления полезных ископаемых принято разделять на месторождения, проявления (рудопроявления), пункты минерализации.

- **Месторождение** - это **скопление полезного ископаемого** в земной коре, по количеству, качеству, условиям залегания и др. свойствам отвечающее требованиям промышленности и при существующем уровне техники и технологии **рентабельное для промышленного освоения** в настоящее время или в недалеком будущем.
- **Проявление (рудопроявление)** - естественное **скопление полезного ископаемого**, по качеству отвечающее или почти отвечающее требованиям промышленности, но из-за **небольших запасов** или **недостаточной изученности** не может быть отнесено к месторождениям.
- **Пункт минерализации** - участок недр, где обнаружены визуально и подтверждены данными опробования **незначительные по размерам** и низкие по качеству **скопления полезных ископаемых**.

1.2. Геолого-промышленные типы месторождений

Не все генетические типы месторождений вносят существенный вклад в баланс мировых запасов и добычу полезных ископаемых. **Основная масса** добываемых **полезных ископаемых поступает** только **из** некоторых, численно весьма **ограниченных генетических типов месторождений**.

Железо добывается из месторождений 30-ти, а медь – из 15-ти генетических типов. Определяющую роль в балансе запасов и в добыче железных руд играют только 11, а меди только 6 типов. **Генетические типы месторождений, занимающие ведущее место в мировом балансе и добыче отдельных видов полезных ископаемых, принято относить к промышленным**.

Согласно В.М. Крейтеру (1940), к промышленным следует относить только те типы месторождений, которые являются устойчивыми поставщиками данного вида минерального сырья и **обеспечивают не менее 1% его добычи**.

Знание геолого-промышленных типов особенно важно на ранних стадиях ГРР, для того чтобы дать предварительную геолого-экономическую оценку выявленного скопления полезного ископаемого. Скопления полезных ископаемых, не относящиеся к известным геолого-промышленным типам, как правило, не образуют крупных месторождений. **Количество геолого-промышленных типов может изменяться по мере обнаружения и освоения месторождений новых генетических типов**, совершенствования технологии и технических средств проведения горных работ.

Например, ранее для получения алюминия использовались только бокситы. Технологические разработки, проведенные во второй половине XX в., показали, что извлечение алюминия возможно также нефелина. В настоящее время месторождения нефелиновых руд выделены в самостоятельный геолого-промышленный тип, являющийся в России является вторым по значимости источником сырья для получения алюминия.

Классификации геолого-промышленных типов месторождений обычно **разрабатываются применительно к каждому виду полезного ископаемого**.

Для целей поисков и разведки полезных ископаемых **наиболее приемлема классификация** промышленных типов месторождений, построенная **по рудноформационному принципу**. На этом таксономическом уровне генетическая классификация наиболее близка к геолого-промышленной.

Рудная формация – это естественная ассоциация месторождений, близких по генезису, минеральному составу и возрасту, сформировавшаяся в определенной геотектонической обстановке и пространственно ассоциированная с той или иной геологической формацией.

Группировка геолого-промышленных типов месторождений, построенная по рудноформационному принципу, **способствует повышению геологической обоснованности прогнозов и до проведения детальных исследований** позволяет предварительно определиться с вероятными геолого-промышленными параметрами месторождения: форма и размеры залежей, условия их залегания, минеральный и химический состав, технические и технологические свойства полезного ископаемого, горно-геологические условия разработки и др.

Для практических целей следует пользоваться классификациями, приведенными в «Методических рекомендациях по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» (2007), разработанных Федеральное государственное учреждение «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по отдельным видам полезных ископаемых.

Сводная генетическая классификация месторождений

В.И. Смирнов

Серия	Группа	Класс	Подкласс	Ряд	Примеры формаций полезных ископаемых и месторождений	
Эндогенная	1. Магматическая	1.1. Ликвационный		Интрузивный	Сульфидная медно-никелевая (Норильск)	
				Эффузивный	Сульфидная никелевая (Камбалда, Австралия)	
		1.2. Кристаллизационный	Раннемагматический	Интрузивный	Гранитная, габбровая и др. горных пород. Нефелиновая, алмазная	
				Эффузивный	Липаритовая, базальтовая и др.	
			Позднемагматический	Интрузивный	Хромшпинелидовая, титаномагнетитовая, нефелин-апатитовая, лопаритовая	
				Эффузивный	Апатит-магнетитовая, флогопитовая, редкометалльно-редкоземельная	
	2. Карбонатная					
	3. Пегматитовая	3.1. Простые			Керамических пегматитов	
		3.2. Перекристаллизованные			Мусковитовых пегматитов	
		3.3. Метасоматически замещенные			Хрусталеносных и редкометалльных пегматитов	
	4. Альбитит-грейзеновая	4.1. Альбититовый		Эндоальбититовый	Собственно альбититовый	Редкометалльных альбититов
				Экзоальбититовый	Линейных альбититов	Ураноносных, ниобиевых альбититов
					Фенитовый	Редкометалльных альбититов

Серия	Группа	Класс	Подкласс	Ряд	Примеры формаций полезных ископаемых и месторождений	
Эндогенная	4. Альбитит-грейзеновая	4.2. Грейзеновый	Эндогрейзеновый	Алюмосиликатный	Вольфрамит-молибденитовая (Караоба)	
			Экзогрейзеновый	Алюмосиликатный	Кварц-касситеритовая	
					Карбонатный	Касситерит-вольфрамитовая, флюоритовая
					Ультраосновной	Флогопит-берилловая (Изумрудные копи)
	5. Скарновая	5.1. Интрузивный синскарновый	Экзоскарновый	Магнезиальный	Офикальцитовая	
					Силикатный	Скарново-магнетитовая (Сарбайское)
		5.2. Интрузивный позднескарновый	Экзоскарновый	Магнезиальный	Флогопитовая, боратовая, магнетитовая	
					Известковый	Скарново-магнетитовая (Высокогорское) халькопиритовая
		5.3. Интрузивный постскарновый	Экзоскарновый	Магнезиальный	Шеелитовая (Чарух-Дайрон)	
					Известковый	Скарново-полиметаллическая
	5.4. Эффузивный постскарновый	Экзоскарновый	Силикатный	Магно-магнетитовая (Коршуновское)		
	6. Гидротермальная	6.1. Плутоногенный	Кварцевый		Кварц-пирит-золоторудная	
Сульфидный				Галенит-сфалерит-халькопиритовая		

Серия	Группа	Класс	Подкласс	Ряд	Примеры формаций полезных ископаемых и месторождений
Эндогенная	6. Гидротермальная	6.1. Плутоногенный	Карбонатный		Сидеритовая
					Хризотил-асбестовая
					Золото-серебряная с теллуридами и селенидами
		6.2. Вулканогенный	Субвулканический		Золото-серебряная с теллуридами и селенидами
			Экзгальционный		Самородной серы
			Термально-водный		Тепло-энергетические, углекислые воды
		6.3. Телетермальный (амагматогенный)	Жильный		Антимонит-киноварная (Хайдаркан)
			Стратиформный		Борнит-халькозиновая (Джезказган)
		7. Колчеданная	7.1. Гидротермально-метасоматический		
					Медно-колчеданная (Урупское)
					Медно-колчеданная (Гайское), колчеданно-полиметаллическая
	1. Выветривания	1.1. Остаточный	Обломочный	Горные породы	Глин, доломитовой муки
			Элювиальные россыпи	Горного хрусталя, алмазная	
Гидрослюдистый				Вермикулитовая, монтмориллонитовая	
		Каолининовый		Глин, каолиновая	

Серия	Группа	Класс	Подкласс	Ряд	Примеры формаций полезных ископаемых и месторождений	
Экзогенная	1. Выветривания	1.1. Остаточный	Латеритный		Бокситовая, бурожелезняковая, марганцеворудная	
			Контактово-карстовый		Силикатных никелевых руд	
		1.2. Инфильтрационный	Ролловый		Селен-урановая, самородной серы	
			Калькратовый		Известковых туфов, урановая	
			Криогенный		Газогидратная углеводородная	
			Атмосферно-водный	Верховодковый Грунтовый Межпластовый	Пресных, солоноватых вод	
		2. Осадочная	2.1. Механический	Обломочные породы (осадки): делювиальные, аллювиальные, озерные, морские, золовые	Седиментогенетический	Глины, алевриты, пески, гравийники, галечники, щебень
				Россыпи: делювиальные, аллювиальные, прибрежно-морские, подводно-морские и др.	Седиментодиакатагенетический	Аргиллиты, алевролиты, песчаники, гравелиты, конгломераты, брекчии
				Седиментогенетический	Золотоносная, алмазноносная, ильменит-рутил-монацит-цирконовая, касситеритоносная и др.	
	2.2. Химический		Концентраты и осадки из истинных растворов	Седиментогенетический	Воды океанов, рапа (рассол), гажга, соли (самосад)	
			Диакатагенетический	Известняковая, доломитовая, гипсо-ангидритовая, селенитовая, соляная		

Серия	Группа	Класс	Подкласс	Ряд	Примеры формаций полезных ископаемых и месторождений
Экзогенная	2. Осадочная	2.2. Химический	Концентраты и осадки из истинных растворов	Катагенетический	Подземных хлоридно-натриево-кальциевых рассолов с йодом и бромом
				Раннего гипергенеза	Подземных артезианских хлоридно-натриевых и сульфатно-натриевых рассолов
			Осадки из коллоидных растворов	Седиментогенетический	Оолитовая железорудная
				Диagenетический окисный	Конкреционных марганцевых руд (железных, алюминиевых)
				Диagenетический восстановленный	Сидеритовая, шамозитовая, родохрозитовая, «черных и серых» сланцев
			2.3. Механо-химический		Диакатагенетический
		Биогенный		Седиментогенетический	Гумусовая, сапропелевая, ракушечниковая
			Диagenетический	Торфяная, бурoughльная, фосфоритовая	
			Катагенетический	Каменноугольная, горючесланцевая, известняковая	
		2.4. Биохимический	Собственно биохимический	Седиментогенетический	Фосфориты геосинклинальные (хр. Кара-тау)
				Диagenетический	Горючих газов
				Катагенетический	Нефтяная, газовая, газовоконденсатная, сероводородная
				Раннего гипергенеза	Сероводородных, углекислых подземных вод, водо-нефтяного и водо-газового контактов

Серия	Группа	Класс	Подкласс	Ряд	Примеры формаций полезных ископаемых и месторождений	
Экзогенная	3. Вулканогенно-осадочная	3.1. Механический			Вулканогенно-осадочных горных пород, туфовая	
		3.2. Химический			Соляная, фосфоритовая, железо-марганцевая, сульфидная	
Метаморфогенная	1. Регионального метаморфизма (динамотермального)	1.1. Метаморфизованный	Первично-экзогенный		Железистых кварцитов, золсто- и урансодержащих конгломератов	
			Первично-эндогенный		Галенит-сфалеритовая	
		1.2. Метаморфический	Первично-экзогенный	Зеленосланцевый	Амфибол-асбестовая, кровельных сланцев, мраморов, нефритовая	
				Амфиболовый	Яшмовая, кианит-силлиманитовая, графитовая, наждака	
	2. Контактного метаморфизма (термального)	2.1. Метаморфизованный		Гранулитовый	Флогопитовая, гранатовая, кварцитовая	
			Первично-эндогенный	Эклогитовый	Рутиловая	
	2.2. Метаморфический				Апатитовая, магнетитовая	
					Мраморов, графитовая, корундовая	
	Радиогенная					Гелиевая

Промышленные типы железных руд

Методические рекомендации..., 2007

Тип руд	Главные и характерные рудные минералы	Главные и характерные элементы-примеси в рудах	Типичные месторождения
1	2	3	4
Титаномагнетитовые и ильменит-титаномагнетитовые руды в ультраосновных и основных породах	Титаномагнетит, ильменит, магнетит, самородная платина и платиноиды	Ti, V, Sc, Cu, Co, Ni, S, Pt, Os и др.	Качканарское, Копанское, Первоуральское, Пудожгорское, Чинейское, Бушвельдский комплекс, Роутивара, Таберг, Аллард-Лейк (Лак-Тю)
Бадделеит-апатит-магнетитовые руды в ультраосновных щелочных породах	Магнетит, апатит, бадделеит	P, Zr, Nb, Ta	Ковдорское, Палабора
Магнетитовые руды в осадочных и вулканогенно-осадочных породах	Магнетит, гематит, мартит, пирротин, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит, висмутин, молибденит, кобальтин, линнеит, самородные золото и серебро, людовигит, ашарит	S, As, Co, Mn, Cu, Se, Te, Pb, Zn, Cd, In, Bi, Mo, Ag, Au, Ge, F, B, Pt, Pd	Соколовское, Сарбайское, Качарское, Высокогорское, Гороблагодатское, Абаканское, Шерегешевское, Таштагольское, Таежное, Десовское, Маркона, Чогарт, Чадор-Малю, Гольгохар, Мааншань
Магномагнетитовые руды в осадочных и пирокластических породах и траппах	Магномагнетит, магнетит, гематит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит	S, Cu, Zn, V, Au, Hg, B, Na	Коршуновское, Рудногорское, Тагарское, Нерюндинское, Капаевское

Магнетит-гематитовые и гематит-магнетитовые руды в вулканогенно-осадочных породах	Гематит, магнетит, псиломелан сидерит, пирит, сфалерит, галенит, браунит, гаусманит	Ge, Mn, Mo, Zn, Pb, Au, S, P, B, V	Западно-Каражальское, Холзунское
Железистые кварциты в осадочных и вулканогенно-осадочных породах	Магнетит, гематит, сидерит, пирит, сфалерит, галенит	Ge, Au, Mn	Оленегорское, Костомукшское, Криворожский бассейн, КМА, Тарыннахское, Горкитское
Мартитовые, мартит-гидрогематитовые, гидрогематит-мартитовые и гидрогематитовые руды, образованные по железистым кварцитам	Мартит, гидрогематит, гётит, магнетит, гематит, сидерит, пирит	U	Криворожский бассейн, Белозерское, Висловское, Яковлевское, Михайловское, Гостищевское
Сидеритовые и гематит-сидеритовые руды в осадочных породах	Сидерит, гематит, сидероплезит	Mn	Бакальское, Березовское
Бурые железняки, образованные по сидеритам	Гидрогётит, гётит, сидерит	—	Бакальское, Березовское, Зигазино-Комаровская группа
Лептохлоритовые и гидрогётитовые оолитовые руды в осадочных породах	Гидрогётит, лептохлориты, псиломелан, пиrolюзит, вивианит, вернадит, пирит	P, Mn, As, V, Bi	Лисаковское, Аятское, Керченский, Лотарингский железорудные бассейны
Хром-никелевые гётит-гидрогётитовые руды кор выветривания ультраосновных пород	Гётит, гидрогётит, сидерит, нонтронит, пирит, хромшпинелиды, полианит, пиrolюзит, псиломелан	Cr, Co, Ni, V, Mn, Sc, Ga	Серовское, месторождения Орско-Халиловского района, латеритные руды Кубы, Филиппин, Индонезии, Гвинеи, Мали

Основные промышленные типы месторождений медных руд

Методические рекомендации..., 2007

Промышленный тип месторождений	Структурно-морфологический тип рудных тел	Ведущие текстуры руд	Главные рудные минералы	Наиболее характерные попутные компоненты	Качество руд	Примеры месторождений
1	2	3	4	5	6	7
Медно-никелевый	Согласные пластообразные залежи, линзо- и жиллообразные тела	Гнездово-вкрапленные, массивные, брекчиевые	Пирротин, пентландит, халькопирит, кубанит	Со, платиноиды, S, Au	Богатые, средние, бедные	Норильская и Печенгская группы (Россия), районы Седбери, Томсон (Канада), Бушвельда, Карру (ЮАР), Камбалда (Австралия)
Медистых песчаников и сланцев	Пластовые, пластообразные и лентовидные залежи	Прожилково-вкрапленные, вкрапленные	Халькопирит, борнит, халькозин	Ag, Re, Se, Te, Pb, Zn, Co, S	Средние, богатые	Удоканское (Россия), Джезказганское (Казахстан), Мансфельд (Германия), Люблин-Серошовицы (Польша), Айнакское (Афганистан), медный пояс Замбии и Заира
Медноколчеданный	Пласто- и линзообразные залежи	Массивные, полосчатые, вкрапленные	Пирит, халькопирит, сфалерит, иногда пирротин	Au, Ag, Zn, S, Pb, Se, Cd, Co, In, Te, Ge	То же	Учалинское, Ново-Учалинское, Гайское, Подольское, Урупское, Кызыл-Дере (Россия), Оутокумпу (Финляндия), Маунт-Айза (Австралия), Риотинто (Испания)
Меднопорфировый	Штокверки	Прожилково-вкрапленные, вкрапленные	Халькопирит, халькозин, молибденит, пирит	Mo, Re, Au, Ag, Se, Te	Бедные	Михеевское (Россия), Кальмакырское, Дальнее (Узбекистан), Коунрадское, Бошекульское (Казахстан), Каджаранское (Армения), Эрдентуин-Обо (Монголия), месторождения Канады, США, Мексики, Перу, Чили, Ирана
Скарновый	Пласто- и столбообразные, сложной формы залежи	Массивные, гнездовые, вкрапленные, прожилковые	Халькопирит, магнетит, борнит, пирротин, пирит	Au, Ag, Fe, Co, Mo, Se, Te, S	Средние	Турьинская группа (Россия), Саякская группа (Казахстан), Малко-Тырново (Болгария), Речк (Венгрия), Эрмсбре (Индонезия)
Кварцево-сульфидный (жильный)	Жилы, жильные зоны, иногда сочетающиеся с метасоматическими залежами	Массивные, гнездовые, брекчиевидные, вкрапленные и прожилково-вкрапленные	Халькопирит, сфалерит, пирит	Ag, Au, Pb, Zn, Cd, Te, Se, Bi, Sb, Mo	«	Кафанское (Армения), Чатыркульское (Казахстан), Россен (Болгария), Бьют (США)

1.3. Стадийность геологоразведочных работ (твердые полезные ископаемые)

Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям
Утв. 05.07.99 МПР РФ

Этап I. Работы общегеологического и минерагенического назначения

Стадия 1. Региональное изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых

Этап II. Поиски и оценка месторождений

Стадия 2. Поисковые работы

Стадия 3. Оценочные работы

Этап III. Разведка и освоение месторождения

Стадия 4. Разведка месторождения

Стадия 5. Эксплуатационная разведка

На этапе I осуществляется комплексное изучение территории, закономерностей размещения всех видов полезных ископаемых и их прогнозная оценка.

Этапы II и III направлены на воспроизводство минерально-сырьевой базы.

Количественная оценка результатов отдельных стадий ведется на основе прогнозных ресурсов и запасов полезных ископаемых.

Прогнозные ресурсы и запасы полезных ископаемых

• **Прогнозные ресурсы** – ожидаемое количество полезного ископаемого, оцененное **без пространственной геометризации** на основе совокупности геологических данных.

Подразделяются на категории: $P_3 P_2 P_1$.

• **Запасы полезного ископаемого** – их количество (масса, объем) в недрах, заключенное **в пределах геометризированных** в процессе оценочных и разведочных работ **контуров**.

Подразделяются на категории: $C_2 C_1 B A$.

Категории прогнозных ресурсов

• **Категория P_3** - ресурсы потенциально перспективных площадей, выявленные в процессе мелко- и среднемасштабных геологосъемочных работ и оцененные по совокупности благоприятных геологических предпосылок и признаков.

• **Категория P_2** - ресурсы потенциальных месторождений, возможность обнаружения которых основывается на результатах крупномасштабных исследований и проверенных единичными горными выработками и скважинами.

• **Категория P_1** - ресурсы новых рудных тел, рудопроявлений, а также ожидаемые скопления полезного ископаемого, прилегающие к контурам запасов категории C_2 .

Категории запасов

• **Категория C_2** – запасы базируются на результатах исследования ограниченного количества горных выработок и скважин, а также зон экстраполяции запасов более высоких категорий.

• **Категория C_1** - запасы определяются в соответствии с требованиями кондиций по сети, рекомендуемой ГКЗ.

• **Категория B** – запасы устанавливаются на участках детализации в соответствии с требованиями кондиций по сети, рекомендуемой ГКЗ.

• **Категория A** – запасы участков детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений, оконтуренные в соответствии с кондициями скважинами и горными выработками по сети, рекомендуемой ГКЗ.

Этапы и стадии геологоразведочных работ (твердые полезные ископаемые)

Этап, стадия	Объект изучения	Цель работ	Основной конечный результат
1	2	3	4
<p>Этап 1. Работы общегеологического и минерагенического назначения.</p> <p>Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых.</p>	<p>Территория Российской Федерации, ее крупные геолого-структурные, административные, экономические, горнорудные и нефтегазоносные регионы, шельф и исключительная экономическая зона, глубинные части земной коры, районы с напряженной экологической обстановкой, районы интенсивного промышленного и гражданского строительства, мелиоративных и природоохранных работ и др.</p>	<p>Создание фундаментальной многоцелевой геологической основы прогнозирования полезных ископаемых, обеспечение различных отраслей промышленности и сельского хозяйства систематизированной геологической информацией для решения вопросов в области геологоразведочных работ, горного дела, мелиорации, строительства, обороны, экологии и т.п.</p>	<p>Комплекты обязательных и специальных геологических карт различного назначения масштабов 1:1000000, 1:200000 и 1:50000; сводные и обзорные карты геологического содержания масштабов 1:1500000 и мельче, комплект карт, схем и разрезов глубинного строения недр Российской Федерации и ее регионов; комплексная оценка минерагенического потенциала изученных территорий с выделением перспективных рудных районов и узлов, зон, угленосных бассейнов; определение прогнозных ресурсов категорий P_3 и P_2; оценка состояния геологической среды и прогноз ее изменения.</p>

1	2	3	4
<p>Этап II. Поиски и оценка месторождений.</p> <p>Стадия 2. Поисковые работы.</p>	<p>Бассейны, рудные районы, узлы и поля с оцененными прогнозными ресурсами категорий P_3 и P_2.</p>	<p>Геологическое изучение территории поисков; выявление проявлений и месторождений полезных ископаемых; определение целесообразности их дальнейшего изучения.</p>	<p>Комплексная оценка геологического строения и перспектив исследованных площадей, <u>выявленные проявления и месторождения</u> полезных ископаемых с <u>оценкой их прогнозных ресурсов по категориям P_2 и P_1</u>; оценка возможности их освоения на основе укрупненных показателей; <u>обоснование целесообразности и очередности дальнейших работ</u></p>
<p>Стадия 3. Оценочные работы.</p>	<p>Проявления и месторождения полезных ископаемых с оцененными прогнозными ресурсами категорий P_2 и P_1.</p>	<p>Геологическое изучение и геолого-экономическая оценка проявлений и месторождений; отбраковка проявлений, не представляющих промышленной ценности.</p>	<p><u>Месторождения полезных ископаемых с оценкой их запасов по категориям C_2 и C_1</u>, а по менее изученным участкам — <u>прогнозных ресурсов категории P_1</u>; <u>технико-экономическое обоснование временных кондиций и промышленной ценности месторождения.</u></p>

1	2	3	4
<p>Этап III. Разведка и освоение месторождений.</p> <p>Стадия 4. Разведка месторождения.</p> <p><i>§ 2.000-04000</i> <i>2.2.000-04000</i></p> <p>Стадия 5. Эксплуатационная разведка.</p>	<p>Месторождения полезного ископаемого с оцененными запасами по категориям C_2 и C_1 и прогнозными ресурсами категории P_1.</p> <p>Эксплуатационные этажи, горизонты, блоки, уступы, подготавливаемые для очистных работ.</p>	<p>Изучение геологического строения, технологических свойств полезного ископаемого, гидрогеологических, инженерно-геологических условий отработки месторождения; технико-экономическое обоснование промышленной ценности и освоения месторождения; ^{д.у.в.р.а.у.} уточнение геологического строения месторождения в процессе освоения на недостаточно изученных участках (фланги, глубокие горизонты) с переводом запасов из низших в более высокие категории.</p> <p>Уточнение полученных при разведке данных для оперативного планирования добычи, контроль за полнотой и качеством отработки запасов.</p>	<p>Геологические, гидрогеологические, горногеологические, технологические и другие <u>данные</u>, необходимые для <u>составления технико-экономического обоснования постоянных кондиций</u> и освоения месторождения; подсчитанные <u>запасы по категориям А, В, C_1 и C_2</u>.</p> <p><u>Запасы подготовленных и готовых к выемке блоков</u>; исходные материалы для оценки полноты отработки месторождения, уточнение потерь и разубоживания полезного ископаемого.</p>

Схема стадийности геологоразведочных работ на нефть и газ

Этап	Стадия	Объекты изучения	Основные задачи	Итоговая оценка ресурсов
Региональ- ный	Прогноз нефтегазонаосности	Осадочные бассейны и их части	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выявление литолого-стратиграфических комплексов, структурных этажей, ярусов и структурно-фациальных зон, определение характера основных этапов геотектонического развития, тектоническое районирование. 2. Выделение нефтегазоперспективных комплексов (резервуаров) и зон возможного нефтегазонакопления, нефтегазогеологическое районирование. 3. Качественная и количественная оценка перспектив нефтегазонаосности. 4. Выбор основных направлений и первоочередных объектов дальнейших исследований. 	Прогнозные ресурсы категории D₂ и частично D₁
	Оценка зон нефтегазонакопления	Нефтегазоперспективные зоны и зоны нефтегазонакопления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выявление субрегиональных и зональных структурных соотношений между различными нефтегазоперспективными и литолого-стратиграфическими комплексами, основных закономерностей распространения свойств пород коллекторов и флюидоупоров и изменения их свойств. 2. Уточнение нефтегазогеологического районирования. 3. Количественная оценка перспектив нефтегазонаосности. 4. Выбор районов и установление очередности проведения на них поисковых работ. 	Прогнозные ресурсы категории D₁ и частично D₂
Поисково- оценочный	Выявление объектов поискового бурения	Районы с установленной или возможной нефтегазонаосностью	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выявление условий залегания и других геолого-геофизических свойств нефтегазонаосных и нефтегазоперспективных комплексов. 2. Выявление перспективных ловушек. 3. Количественная оценка прогнозных локализованных ресурсов. 4. Выбор объектов для детализационных работ. 	Прогнозные локализованные ресурсы категории D₁
	Подготовка объектов к поисковому бурению	Выявленные ловушки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Детализация выявленных перспективных ловушек, позволяющая прогнозировать пространственное положение залежей. 2. Количественная оценка перспективных ресурсов на объектах, подготовленных к поисковому бурению. 3. Выбор объектов и определение очередности их ввода в поисковое бурение. 	Перспективные ресурсы категории C₃
	Поиск и оценка месторождений (залежей)	Подготовленные ловушки, открытые месторождения (залежи)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выявление в разрезе нефтегазонаосных и перспективных горизонтов коллекторов и покрывших и определение их геолого-геофизических свойств (параметров). 2. Выделение, опробование и испытание нефтегазоперспективных пластов и горизонтов, получение промышленных притоков нефти и газа и установление свойств флюидов и фильтрационно-емкостных характеристик. 3. Открытие месторождения и постановка запасов на государственный баланс. 4. Выбор объектов для проведения оценочных работ. 5. Установление основных характеристик месторождений (залежей). 6. Оценка запасов месторождений (залежей). 7. Выбор объектов разведки 	Предварительно оцененные запасы категории C₂ и частично разведанные запасы категории C₁
Разведоч- ный	Разведка и пробная эксплуатация	Промышленные месторождения (залежи)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уточнение геологического строения и запасов залежей. 2. Пробная эксплуатация для получения данных и параметров для составления технологической схемы разработки месторождений. 3. Перевод запасов категории C₂ в категорию C₁. 	Разведанные запасы категории C₁ и частично оцененные запасы категории C₂

1.4. Факторы, определяющие промышленную ценность месторождений

1. Количество запасов
2. Концентрация запасов
3. Качество полезного ископаемого
4. Горно-технические условия эксплуатации
5. Изменчивость геолого-промышленных параметров залежей
6. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия разработки
7. Физико-географические и экономико-географические условия
8. Себестоимость товарной продукции, рентабельность предприятия, конъюнктура рынка

1.4.1. Количество запасов

- **Количество запасов – основной показатель оценки** месторождений. Очевидно, что чем больше запасы, тем выше промышленная ценность месторождения.
- Широко известной и удобной является **группировка** месторождений по количеству запасов **В.И. Красникова**, согласно которой промышленные месторождения подразделяются на: мелкие, средние, крупные, уникальные. В этой группировке смежные по запасам месторождения отличаются на порядок.
- **Мелкие** месторождения, как правило, самостоятельного промышленного значения не имеют и разрабатываются лишь в особо благоприятных условиях, обеспечивающих рентабельность добычи полезного ископаемого.
- **Средние** по запасам могут служить сырьевой базой средних перерабатывающих предприятий.
- **Крупные** месторождения являются сырьевой основой крупных предприятий.
- **Уникальные** месторождения – это единичные, очень крупные по запасам месторождения, разработка которых определяет конъюнктуру рынка на получаемый из них вид минерального сырья. Например, железорудные месторождения: КМА, Криворожское; марганцевые месторождения: Никопольское (Украина), Чиатурское (Грузия); медно-никелевое месторождение Садбери (Канада); молибденовое месторождений Кляймакс (Канада); Верхнекамское месторождение калийных солей (Россия); золоторудное месторождение Витватерсранд (ЮАР) и т.д.
- Очевидно, что **сравнивать по запасам можно лишь месторождения одного вида полезного ископаемого**.

Группировка месторождений по количеству запасов

В.И.Красников, 1965

Полезные ископаемые	Запасы полезных компонентов по месторождениям (т)				
	не имеющим самостоятельного пром. значения	промышленным			
		мелкие	средние	крупные	уникальные
Железные руды	$n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^7$	$n \cdot 10^8$	$n \cdot 10^9$	$n \cdot 10^{10}$
Алюминиевое и магниевое сырье – нефелины, алуниты, карналлиты	$n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^6$	$n \cdot 10^7$	$n \cdot 10^8$	$n \cdot 10^9$
Алюминиевое и магниевое сырье – бокситы, магнезиты; марганцевые руды; хром (в хромите); титан в коренных месторождениях (в металле)	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^6$	$n \cdot 10^7$	$n \cdot 10^8$
Титан в россыпях, медь, свинец, цинк, никель (в металле)	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^6$	$n \cdot 10^7$
Олово, вольфрам, молибден, сурьма (в металле)	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^6$
Уран, торий, ртуть, бериллий (в металле)	$n \cdot 10$	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^5$
Кобальт, тантал, серебро, висмут (в металле)	n	$n \cdot 10$	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^4$
Золото, платина (в металле)	—	$n \cdot 10^{-1}$	n	$n \cdot 10$	$n \cdot 10^2$

ГРУППИРОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

(Постановление Правительства РФ № 37 от 22.01.2007)

Полезное ископаемое	Единица измерения	Категории месторождений		
		крупные (более)	средние (от – до)	Мелкие (менее)
1. Месторождения углеводородного сырья				
Нефть и конденсат*	млн. т	>60	15 - 60	<15
Газ**	млрд. м ³	>75	40 - 75	<40
* Месторождения нефти конденсата с извлекаемыми запасами более 300 млн. т относятся к категории уникальных.				
** Месторождения газа с извлекаемыми запасами более 500 млрд. м ³ относятся к категории уникальных.				
2. Месторождения рудных полезных ископаемых и алмазов				
Железные руды	млн. т	>300	50 - 300	<50
Марганцевые руды	»	>30	3 - 30	<3
Хромовые руды	»	>10	1 - 10	<1
Бокситы	»	>50	5 - 50	<5
Вольфрам:				
- коренные месторождения	тыс. т	>100	10 – 100	<10
- россыпи	»	>15	1 - 15	<1
Висмут	»	>15	1 - 15	<1
Кобальт	»	>15	2 - 15	<2
Медь	»	>1000	100 - 1000	<100
Молибден	»	>50	5 - 50	<5
Никель	»	>200	30 - 200	<30
Ниобий	»	>300	50 - 300	<50

Продолжение табл.

Олово:				
- коренные месторождения	»	>50	5 – 50	<5
- россыпи	»	>10	1 - 10	<1
Ртуть	»	>15	0,7 - 15	<0,7
Свинец	»	>1000	100 - 1000	<100
Стронций	»	>500	100 - 500	<100
Сурьма	»	>100	10 - 100	<10
Титан (коренные месторождения)	млн. т	>10	3 - 10	<3
Титан (россыпи):				
- рутил	»	>1	0,1 – 1	<0,1
- ильменит	»	>5	0,5 - 5	<0,5
Цинк	»	>1000	100 - 1000	<100
Золото:				
- коренные месторождения	т	>50	5 – 50	<5
- россыпи	»	>3	0,5 - 3	<0,5
Серебро	»	>3000	500 - 3000	<500
Платина:				
- коренные месторождения	»	>30	3 – 30	<3
- россыпи	»	>3	0,5 - 3	<0,5
Радиоактивные металлы	тыс. т	>20	1 - 20	1
Алмазы:				
-коренные месторождения	млн. карат	>20	1 – 20	<1
- россыпи	»	>5	0,1 - 5	<0,1

Продолжение табл.

Полезное ископаемое	Единица измерения	Категории месторождений		
		крупные (более)	средние (от – до)	Мелкие (менее)
3. Месторождения нерудных полезных ископаемых, углей, горючих сланцев				
Уголь:				
- коксующийся	млн. т	>300	50 – 300	<50
- энергетический	»	>500	5 – 500	<50
- бурый	»	>1000	100 - 1000	<100
Горючие сланцы	»	>1000	100 - 1000	<100
Фосфориты	»	>30	10 - 30	<10
Апатиты	»	>50	10 - 50	<10
Калийные соли	»	>500	100 - 500	<100
Сера самородная	»	>20	2 - 20	<2
Соль поваренная пищевая	»	>300	100 - 300	<100
Асбест хризотилловый	»	>15	2 - 15	<2
Барит	»	>3	1 - 3	<1
Глины:				
-огнеупорные	»	>25	5 – 25	<5
-бентонитовые	»	>15	2 - 15	<2
Горные породы (для изготовления декоративно-облицовочных материалов)	млн. м ³	>5	2 - 5	<2
Графит	млн. т	>15	3 - 15	<3

Продолжение табл.

Тальк, тальковый камень	»	>5	0,5 - 5	<0,5
Каолины	»	>25	5 - 25	<5
Доломиты для металлург. и химической промышленности	»	>100	30 - 100	<30
Известняки для металлург. и химической промышленности	»	>150	50 - 150	<50
Магнезит	»	>100	10 - 100	<10
Мрамор	»	>2	0,5 - 2	<0,5
Плавленый шпат	»	>5	1 - 5	<1
Слюда (мусковит)	тыс. т	>2	2 - 20	<2
Слюда (флогопит, вермикулит)	»	>1	0,1 - 1	<0,1
Гипс, ангидрит	»	>20	5 - 20	<5
Ювелирные полудрагоценные камни (аквамарин, аметист, берилл, хризолит, опал благородный)	кг	>500	50 - 500	<50
Ювелирно-поделочные камни (агат, жадеит, лазурит, малахит, нефрит, сердолик, чароит)	т	>900	200 - 900	<200
Поделочные камни (змеевик, оникс мраморный, офикальцит, яшма)	»	>10000	3000 - 10000	<3000
Пьезокварц	»	>5	1,5 - 5	<1,5
Горный хрусталь	»	>500	200 - 500	<200
Исландский шпат	»	>8	1 - 8	<1
Драгоценные камни (изумруд, сапфир, рубин, александрит)	тыс. карат	>100	10 - 100	<10

1.4.2. Концентрация запасов

- **Концентрация запасов** - компактность размещения полезного ископаемого в пределах минерализованной зоны месторождения.
- Компактность зависит от числа тел полезных ископаемых, из формы, размеров, включая мощность.
- При прочих равных условия экономически выгоднее вести разработку месторождений с небольшим числом рудных тел изометричной формы.
- Малая компактность 1) требует проходки большого количества нарезных, подготовительных и очистных выработок, 2) увеличивает потери и разубоживание полезного ископаемого.
- На месторождениях, сложенных мелкими линзами полезного ископаемого, концентрацию запасов оценивают с помощью показателя **«продуктивность»** - количество запасов, приходящихся на единицу площади месторождения или на единицу его глубины.
- На месторождениях с шлирово-гнездовым, струйчатым, полосчатым оруденением – с помощью **коэффициента рудоносности**: отношение мощности, площади или объема рудных участков к таковым минерализованной зоны в целом. Обычно используют линейный коэффициент рудоносности:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n l_p}{\sum_{i=1}^n l_p + \sum_{i=1}^n l_n},$$

где l_p - длина рудных подсечений,

l_n - длина нерудных подсечений разведочными выработками.

Понятия: рудная масса, горная масса, потери и разубоживание

- **Рудная масса** – добытая руда и примешанные к ней в процессе разработки пустые породы и некондиционные руды.
- **Горная масса** – вся выданная на поверхность («на гора») в процессе разработки масса полезного ископаемого и вмещающих пород, включая пустые горные породы из подготовительных, нарезных и очистных выработок.
- **Потери полезного ископаемого** – часть балансовых запасов, не извлеченная при разработке месторождения или утраченная в процессе добычи и переработки. Определяются в абсолютных величинах и в % к количеству погашенных запасов.
- **Разубоживание** - снижение содержания полезного компонента в добытой рудной массе за счет смешивания в процессе добычи полезного ископаемого и пустой породы. Определяется в % к среднему содержанию в погашенном блоке или за определенный период.
- **Нормы потерь и разубоживания** устанавливаются в технико-экономическом обосновании (ТЭО) разработки месторождения. За сверхнормативные потери и разубоживание к предприятиям предъявляют штрафные санкции.

1.4.3. Качество полезного ископаемого

- Качество полезного ископаемого – это его химические, минералогические, технологические и технические свойства, определяющие возможность использования в народном хозяйстве.
- Качество полезных ископаемых определяется при опробовании.
- В зависимости от определяемого свойства принято выделять следующие **виды опробования**:
 - химическое,
 - минералогическое,
 - технологическое,
 - техническое.

Химический состав полезных ископаемых

- **Содержание главных, попутных, вредных компонентов** является основным свойством большинства рудных и многих нерудных полезных ископаемых.
- По содержанию главных компонентов **руды подразделяются на богатые, рядовые, бедные.**
- Для большинства видов полезных ископаемых **градация руд по содержанию** главного компонента **ведется в пределах геолого-промышленного типа.**
- Ценность полезного ископаемого увеличивается, если в нем содержатся **попутные полезные компоненты.**
- Наблюдается общая **тенденция**, заключающаяся в том, что **в разработку вовлекаются месторождения со все более низкими содержаниями** полезных компонентов. Количество месторождений с низким качеством гораздо больше, чем с высоким.

Примеры градации полезных ископаемых в зависимости от содержания главного компонента

Полезное ископаемое, главный компонент	Единица измерения	Качество руд		
		богатых	рядовых	бедных
Железная руда, Fe	масс. доля, %	>50	30-50	<30
Медная руда, Cu	»	>3	1-3	<<1
Полиметаллическая руда, Pb+Zn	»	>7	4-7	<4
Вольфрам, WO ₃	»	>1	1-0,3	<0,3-0,1
Молибден, Mo	»	>0,5	0,5-0,2	<0,2-0,1
Олово жильное месторождения, Sn	»	>3	1-3	<1
Олово россыпное, Sn	кг/м ³	>10	1-10	<1
Золото коренное	г/т	>10	5-10	<5
Золото россыпное	г/м ³	>5	1-5	<1
Флюорит, CaF ₂	масс. доля, %	>50	35-50	<35
Фосфориты, P ₂ O ₅	»	>20	10-20	<5-10
Уран, U	»	0,3	0,1-0,3	<0,1

Минеральный состав

(минеральные формы нахождения полезного ископаемого)

- Минеральный состав рудных полезных ископаемых **определяет технологию их переработки, а нерудных – их потребительские свойства.**
- **По минеральному составу выделяются технологические типы** полезных ископаемых, требующие различных схем их переработки (например, железные руды: окисленные бурожелезняковые, полуокисленные мартитовые и полумартитовые, первичные магнетитовые).
- **Текстурно-структурные особенности (особенно размер минеральных выделений)** влияют на выбор способа переработки и извлечение концентрата из исходного сырья.
- **Для нерудных** полезных ископаемых **размер выделений часто является** одним из **основных показателей качества**, определяющим их ценность (слюда, асбест, драгоценные и полудрагоценные камни и др.).

Технологические свойства

- **Добытое полезное ископаемое** часто не пригодно для непосредственного использования и не является товарным продуктом. Оно **требует переработки**, в т.ч. обогащения.
- **Технологические свойства – это свойства, определяющие способ, режим, необходимые материалы для переработки полезного ископаемого, необходимые затраты, количество и качество получаемого продукта.**
- Технологические свойства **обусловлены химическими, минералогическими и физическими свойствами** полезных ископаемых.
- Технологические исследования полезного ископаемого включают в себя выбор способа и режима переработки (обогащения), определение требуемого количества воды, реагентов, электроэнергии и т.п., количества и качества товарной продукции (концентрата), себестоимости товарной продукции.

Технические свойства

- К техническим относятся **физико-механические свойства полезного ископаемого**.
 - Для большинства **рудных** месторождений **основными** техническими свойствами **являются**:
 - объемная масса** (плотность полезного ископаемого в естественном состоянии);
 - влажность** (массовая доля природной влаги в полезном ископаемом);
 - коэффициент разрыхления** (коэффициент, отражающий степень увеличения объема полезного ископаемого в результате его разрыхления, обусловленного добычными работами).
- Для нерудных** полезных ископаемых эти **свойства весьма специфические** и зависят от вида полезного ископаемого и сфер его применения.

1.4.4. Горно-технические условия эксплуатации

- Горно-технические условия эксплуатации **определяют выбор способа** (открытый, подземный или комбинированный) **и системы разработки** месторождения. Они **включают** в себя следующие параметры:
 - **условия залегания** залежей полезных ископаемых (угол падения, тектоническая нарушенность);
 - **мощность залежи и ее устойчивость**;
 - **длина тела полезного ископаемого**;
 - **глубина залегания, коэффициент вскрыши**;
 - **газоносность, пневмокониоз-опасность**.

Условия залегания (угол падения, тектоническая нарушенность)

- **Угол падения** залежей полезных ископаемых в значительной степени определяет **выбор системы разработки** месторождения (в первую очередь подземной). По величине угла падения различают залегание:
 - а) горизонтальное и весьма пологое ($0 - 5^\circ$),
 - б) пологое ($5 - 25^\circ$),
 - в) наклонное ($25 - 45^\circ$),
 - г) крутое ($45 - 60^\circ$),
 - д) весьма крутое ($60 - 90^\circ$).
- **Пликативная и дизъюнктивная нарушенность** залежей осложняет ведение подготовительных и очистных работ, ведет к увеличению потерь и разубоживания полезного ископаемого.

Мощность, устойчивость мощности

- По величине мощности в горном деле выделяют пять классов залежей:
 - 1) тонкие ($<1,0 \div 1,5$ м);
 - 2) средние ($1,0-1,5 \div 3-4$ м);
 - 3) мощные ($3-4 \div 8-10$ м);
 - 4) весьма мощные ($8-10 \div 50$ м);
 - 5) сверхмощные (>50 м).
- По степени устойчивости мощности залежи разделяют на:
 - 1) устойчивые, непрерывно протягивающиеся, имеющие рабочую мощность в пределах шахтного поля, месторождения, района,
 - 2) относительно устойчивые, имеющие нерабочую мощность не более чем 25 % площади,
 - 3) неустойчивые (прерывистые), имеющие нерабочую мощность на 25 – 50 % площади,
 - 4) крайне неустойчивые, имеющие нерабочую мощность на >50 % площади.

Разработка залежей, имеющих большую и устойчивую мощность, более эффективна, нежели тонких и неустойчивых.

Минимальная промышленная (рабочая) мощность – минимальная мощность залежи полезного ископаемого, при которой разработка тела полезного ископаемого еще экономически целесообразна.

Длина залежей полезных ископаемых

- По длине рудные тела делятся на:
 - крупные (>1000 м);
 - средние (100 – 1000 м);
 - мелкие (<100 м).

Группировки залежей полезных ископаемых по величине мощности и длине учитываются при выборе группы сложности месторождения для целей разведки, а также при выборе оптимальной длины секций проб в горных выработках и скважинах.

Глубина залегания, коэффициент вскрыши

- **Глубина залегания залежи** полезного ископаемого **определяет способ разработки** месторождения: открытый (карьерный), подземный (шахтный) или комбинированный.
- При неглубоком залегании залежи открытый способ более эффективен по сравнению с подземным. Экономическая эффективность открытой разработки определяется соотношением объемов (масс) вскрыши и полезного ископаемого.
- **Вскрыша** – пустые породы, которые необходимо удалить с залежи полезного ископаемого, чтобы обнажить ее для добычи.
- По мере увеличения глубины разработки экономическая эффективность открытого способа уменьшается в связи с необходимостью удалять все большее количество вскрышных пород.
- **Коэффициент вскрыши** - это отношение количества вскрышных пород, приходящихся на единицу добытого или подлежащего добыче полезного ископаемого - это отношение количества вскрышных пород, приходящихся на единицу добытого или подлежащего добыче полезного ископаемого при открытом способе разработки месторождения. Количество вскрышных пород и полезных ископаемых измеряют в единицах массы и объема (т/т; м³/м³; м³/т).
- Экономически эффективно можно вести разработку открытым способом при следующих максимально допустимых значениях коэффициента вскрыши:
 - строительные материалы 3,
 - каменный уголь 6,
 - руды черных металлов 10,
 - руды цветных металлов 40.
- В мировой практике известны карьеры глубиной 500 и более метров.
- Максимальная глубина подземной разработки в настоящее время достигает 4000 м и более. **Самые глубокие шахты мира: «Тау-Тона» и «Витватерсранд» (ЮАР), имеющие глубину 4500 м.** Температура воздуха в них достигает 60°C. В шахтах ведется добыча золота.

Самый Глубокий карьер в мире «Каньон Бингхем»

США, шт. Юта <http://images.samogo.net>



«Каньон Бингхем» (Kennecott Bingham Canyon Mine).

Глубина карьера 1,2 км, ширина 4 км.

Карьер разрабатывает меднопорфировое месторождение, приуроченное к монцонитам, с 1863 г. Среднее содержание меди в рудах 0,46 %. Ежегодно добывается порядка 270 тыс. т меди и 15 т золота.

Город Мирный

Карьер по добыче алмазов (глубина более 600 м, диаметр 1,2 км). Разработка прекращена в 2004 г.



Карьер Мирный зимой

http://images.samogo.net/images/40566711_Mirnyi_5.jpg

Глубина более 600 м, диаметр 1,2 км. Открытая разработка прекращена в 2004 г.



Сибайский меднорудный карьер, Башкирия

Глубина более 500 м

http://images.samogo.net/images/43043932_Sibayskiy_4.jpg



**В год из карьера Лебединского ГОКа (КМА) вывозится
до 50-ти миллионов кубических метров горной массы**
<http://varlamov.me/img/gok1/01.jpg>



1.4.5. Изменчивость геолого-промышленных параметров залежей

- Изменчивость геолого-промышленных параметров влияет на:
 - достоверность результатов разведочных работ,
 - правильность проектных решений по эксплуатации месторождения,
 - степень достоверности показателей планирования количества и качества добываемого полезного ископаемого.
- Оценка изменчивости ведется геометрико-статистическими методами.
- В качестве меры относительной амплитудной изменчивости широко используется коэффициент вариации (V):

$$V = \frac{s}{\bar{x}} 100\% ,$$

где s – среднеквадратическое отклонение,
 \bar{x} - среднее значение параметра.

Группировка изменчивости геолого-промышленных параметров

Характер распределения компонента и виды полезных ископаемых	Коэффициент вариации, %	Группа сложности месторождения для целей разведки
1. Весьма равномерный: угли, горючие сланцы, осадочные железные руды, фосфориты, соли, известняки	<20	1-я
2. Равномерный: соли, сера, глины, марганец, эндогенные железные руды	20 - 40	1-я
3. Неравномерный: руды Pb, Zn, Cu, Ni, W, Sn, Mo	40 - 100	2-я
4. Весьма неравномерный: руды Sn, W, Mo, Au, редкие и рассеянные элементы	100 - 150	3-я
5. Крайне неравномерный: некоторые руды Au, редких и рассеянных элементов	> 150	4-я

1.4.6. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия разработки

- Проникновение поверхностных и подземных вод в горные выработки осложняет ведение эксплуатационных работ, требует организации водоотлива.

Классификация месторождений по сложности гидрогеологических условий разработки

Группа сложности	Глубина разработки	Ожидаемые притоки подземных вод, м³/ч	Концентрация минеральных веществ в водах, г/дм³
I	200-400	<500	<1
II	500-600	500-1000	1-10
III	>600	>1000	10-50
IV	>1000	>1000	>50

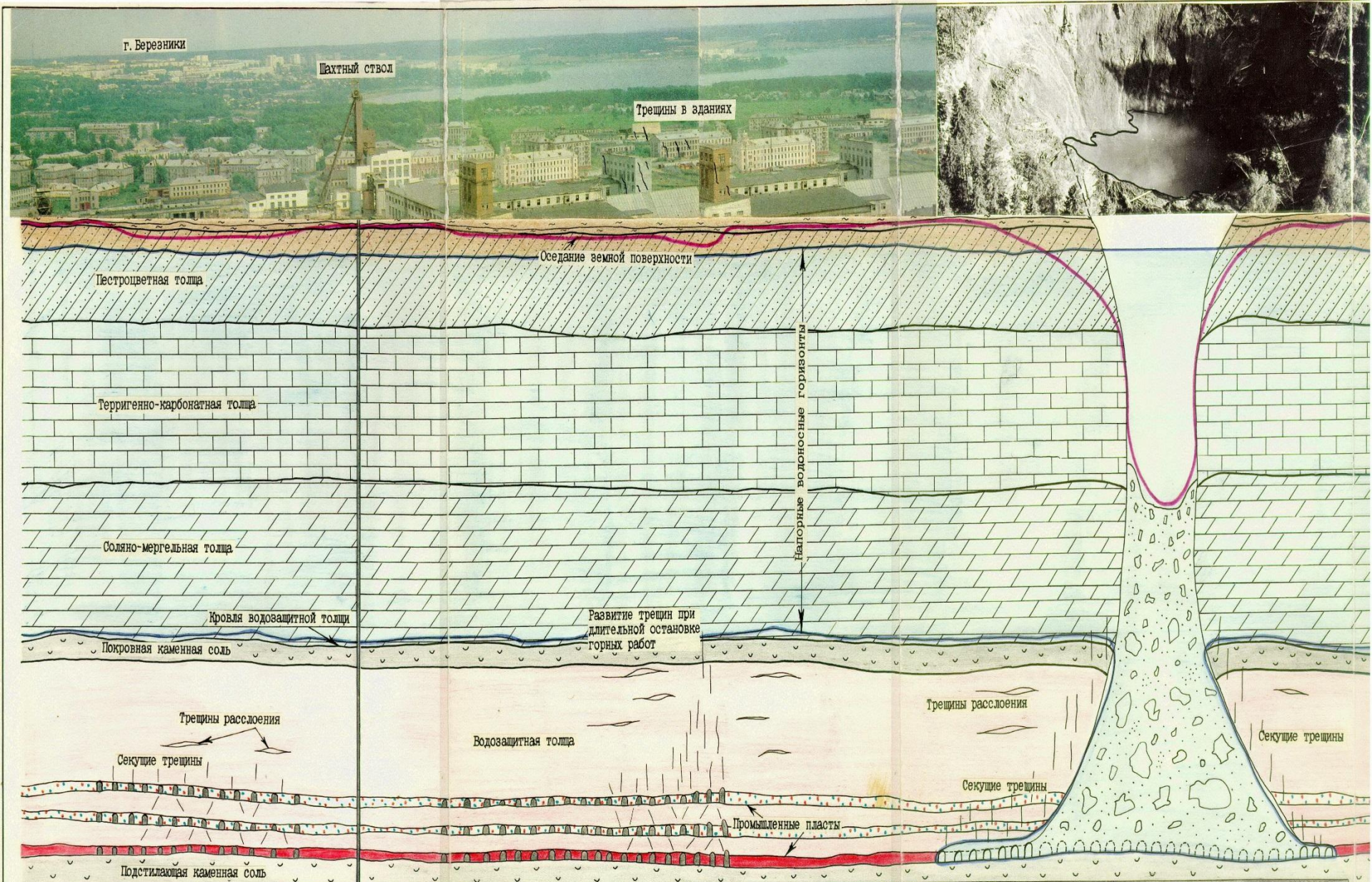
- Разработку месторождений **осложняют**:
 - **слабая устойчивость** вмещающих горных пород и руд, в т. ч. обусловленная их повышенной трещиноватостью;
 - **напорные воды**;
 - **связь подземных вод с поверхностными**;
 - **карстовые явления**;
 - **многолетняя мерзлота**.
 - **За последние 100 лет в мире затоплено 80 соляных шахт: в Германии – 15, в Канаде – 15; на Верхнекамском месторождении – 2: шахта БКРУ-3 (1986 г.) и БКРУ-1(2006 г.)**.

Верхнекамское месторождение. Провал над затопленной шахтой БКРУ-1



Схема строения Верхнекамского месторождения солей

(по С.Ю.Квиткину)



1.4.7. Физико-географические и экономико-географические условия

- Существенное влияние на экономическую эффективность разработки месторождения могут оказывать:
 - **климатические** условия, обусловленные широтной и высотной зональностью,
 - **рельеф** местности,
 - **наличие водных ресурсов**,
 - **наличие местных стройматериалов**,
 - развитость **транспортно-энергетической инфраструктуры**,
 - **населенность**,
 - **наличие** квалифицированной **рабочей силы**,
 - экономическая **освоенность территории**,
 - **наличие** предприятий-**потребителей** товарной продукции.
 - **экологические последствия**, обусловленные принятой схемой разработки месторождения.

1.4.8. Себестоимость товарной продукции, рентабельность предприятия, конъюнктура рынка

- Себестоимость товарной продукции и ее рыночная цена (конъюнктура рынка на данный вид продукции) определяют экономическую эффективность разработки месторождения.