

# **1-лекция. Введение. Основы исследования и использования (геолого-экономической оценки) недр в Республике Казахстан. Цель, задачи и принципы геолого-экономической оценки месторождений**

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

1.1 Цель дисциплины: обучение студентов способам правильной оценки месторождений полезных ископаемых, включающей оценку геологических факторов (количество, качество, технологические свойства полезных ископаемых, горно-геологические условия отработки и географо-экономического положения месторождений), а также принципиальным особенностям горного производства, основанным на горной ренте, рынках минерального сырья и других современных экономических показателях.

1.2. Основные задачи изучения дисциплины: овладение студентами теорией, методами и технологией геологического обеспечения оценки месторождений полезных ископаемых на выделенных этапах геологоразведочных работ (поиски и оценка; разведка и освоение); формирование у студентов необходимых практических навыков в областях, определяемых основной целью курса.

Казахстан относится к числу стран, богатых полезными ископаемыми. На базе разведанных запасов месторождений полезных ископаемых создан мощный минерально-сырьевой комплекс.

Не секрет, что экономика нашей страны в значительной мере зависит от минеральных ресурсов.

Поэтому одной из главных задач экономического развития Республики Казахстан является дальнейшее укрепление и расширение минерально-сырьевой базы, повышение эффективности и качества подготовки к промышленному освоению разведанных запасов месторождений полезных ископаемых.

Научно-инновационное развитие, охватывающее, практически, весь мир, проявляется, в частности, и в том, что использование минерального сырья возрастает все более и более высокими темпами. Хотя это, очевидно, отрицательно влияет на состояние Земли.

Интенсификация эксплуатации месторождений полезных ископаемых сопровождается большими безвозвратными потерями минерального сырья, которые достигают, например:

в нефтяной добыче 50-70%,

угольной промышленности 20-30% и более,

добыче металлов 15-30%,

а при добыче калийных солей 40-60%,

причем все эти ресурсы являются невозобновляемыми.

Научно-обоснованная геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых является основой рационального использования и сохранения природных ресурсов.

Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых является неотъемлемой частью геологоразведочных работ.

Надежность оценки решающим образом зависит от полноты изучения геологического строения месторождения, его структуры, тектоники, горно-технических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий разработки от выбранных методов его разведки, типа разведочных выработок, их количества и пространственного размещения, способа отбора и обработки проб, характера и объема технологических исследований.

Республика Казахстан является одной из немногих стран в мире полностью и на долгие годы обеспеченной собственными ресурсами многих видов минерального сырья. По оценкам специалистов стоимость запасов, уже найденных в казахстанских недрах, оценена в **9 триллионов 155 миллиардов долларов США**. А прогнозные ресурсы исчисляются астрономической суммой в **45 триллионов 600 миллиардов долларов США**. Правда, этот неисчисляемый клад еще нужно отыскать и оценить.

**Казахстан по богатству своих недр минеральными ресурсами и их разнообразию входит в группу стран - мировых лидеров.**

Валовый приток прямых инвестиций в Казахстан в 2005-2015 годы

**всего – 232 млрд. долларов**

**из них: в горнорудный и нефтегазовый секторы – 132 млрд.\$ (60%)**

#### Наиболее востребованные виды ископаемых

Вид полезного ископаемого	Золото, т.	Медь, млн.т.	Свинец, млн.т.	Цинк, млн.т.	Уран, тыс.т	Железо, млрд.т	Уголь, млн.т	Нефть, млн.т	Газ, млрд.м <sup>3</sup>	Конденсат, млн.т
	Твердые полезные ископаемые							Углеводородное сырье		
Кол-во месторождений	330	120	96	93	73	60	147	244	220	62
Запасы на государственном балансе	1140	30	12	25	904	10	34103	3159	1383	359
Законтрактовано %	97	98	92	94	77	67	39	98	97	100

**Более 90% месторождений законтрактованы. Необходимо открытие новых перспективных участков.**

Задачи геолого-экономической оценки месторождения весьма большие и ответственные. Они сводятся к определению количества и качества найденного минерального сырья, его размещения, условий залегания и добычи, технико-экономических показателей эксплуатации.

В результате устанавливается значение оцениваемого месторождения в экономике соответствующей отрасли промышленности, порядок и очередность его освоения.

Простые и понятные задачи оценки, тем не менее требуют глубоких и разнообразных знаний условий образования полезных ископаемых, методики их разведки и опробования, техники и экономики горного бизнеса, обогащения и передела минерального сырья, конкретной экономики различных отраслей горно-рудной промышленности отдельных экономических регионов, состояние мирового и региональных рынков, проблем охраны, рационального использования недр и окружающей среды.

Количественная и качественная оценка запасов – только одна сторона геолого-экономической оценки месторождения.

Не менее важна другая сторона: знание условий, систем и экономики добычи, обогащения, металлургического передела.

Совокупное рассмотрение этих факторов позволяет определить технико-экономические показатели эксплуатации месторождения. Необходимо отметить органическую связь этих двух сторон геолого-экономической оценки. Количественная и качественная оценка запасов минерального сырья не может быть дана в отрыве от условий разработки и реализации продукции горного бизнеса.

Следует также иметь в виду, что для оценки запасов вначале необходимо установить, какие руды следует считать промышленными (балансовыми), для чего надо обосновать требования промышленности и рынка к качеству минерального сырья и горно-геологическим параметром каждого конкретного месторождения. ***Обоснование и утверждение таких требований – кондиций является важнейшим элементом геолого-экономической оценки месторождения*** и представляет собой творческое, всегда индивидуализированное исследование взаимозависимости различных горно-геологических факторов с технико-экономическими показателями его эксплуатации, выбор на основе этого анализа оптимального варианта разработки месторождения, обеспечивающего максимальное использование недр при минимальных затратах труда и средств - главного требования современных рыночных отношений.

Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых, обнаруженных на какой-либо территории, производится на всех стадиях геологического изучения данной территории и при постановке запасов полезных ископаемых на государственный баланс. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых, состоящих на государственном балансе, нередко продолжается вплоть до полной отработки месторождений.

В условиях социалистического хозяйства, когда недра составляют общенародную, общегосударственную собственность, главной целью геолого-экономической оценки месторождений является обоснование кондиций для подсчета их запасов и определение их народнохозяйственной

значимости как источников минерального сырья для удовлетворения возрастающих потребностей страны.

Правильная и своевременная геолого-экономическая оценка месторождений на всех стадиях геологоразведочных работ служит основой их рационального планирования, оценки их экономической эффективности, способствуя своевременному выявлению минеральных ресурсов и рациональному использованию недр.

Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых представляет собой неотъемлемую часть геологоразведочного процесса на всех его этапах, начиная с поисков.

На поисковой стадии целью геолого-экономической оценки являются обоснование целесообразности постановки предварительной разведки и выделения перспективных участков для проведения разведочных работ. По результатам поисковых и поисково-оценочных работ составляется технико-экономическое обоснование, содержащее анализ народнохозяйственной значимости найденного месторождения и сравнительный анализ различных его участков по параметрам, влияющим на экономическую эффективность будущей эксплуатации.

По многим видам полезных ископаемых разработаны оценочные (браковочные) кондиции – минимальные требования к количеству и качеству полезного ископаемого, дифференцированные по геолого-генетическим типам и размерам месторождений, горногеологическим условиям их отработки, районам страны. Такие кондиции в значительной мере облегчают и делают более достоверной геолого-экономическую оценку месторождений на стадии поисково-оценочных работ.

На стадии предварительной разведки целью геолого-экономической оценки является обоснование целесообразности постановки детальных разведочных работ или отказа от дальнейшей разведки месторождения. На этой стадии должны быть решены следующие задачи:

- определены ожидаемые технико-экономические показатели будущей эксплуатации месторождения;
- обоснованы параметры временных кондиций для подсчета запасов полезных ископаемых;
- дана оценка народнохозяйственной значимости месторождения;

Результаты геолого-экономической оценки оформляются обычно в виде самостоятельного документа — технико-экономического доклада. Временные кондиции апробируются и утверждаются организацией, которая заказывает разведочные работы и будет в дальнейшем эксплуатировать месторождение.

На стадии детальной разведки целью геолого-экономической оценки является экономическое обоснование целесообразности вовлечения в народнохозяйственное использование разведанного месторождения, строительства, а при детальной разведке эксплуатируемого месторождения — расширения, реконструкции предприятия по добыче и переработке минерального сырья. На этой стадии составляется технико-экономический

доклад, содержащий проект постоянных кондиций, которые утверждаются Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых или Территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых (ТКЗ).

При переоценке запасов полезных ископаемых по данным эксплуатационной разведки, а также в других случаях, предусмотренных инструкциями ГКЗ, геолого-экономическая оценка месторождений делается с целью обоснования и утверждения новых кондиций.

Результаты геолого-экономической оценки зависят не только от параметров самого месторождения, но и от многих внешних факторов, меняющихся во времени: потребности в том или ином виде минерального сырья, цены на него, развития техники добычи, технологии обогащения и извлечения, хозяйственного освоения района месторождений и т. п. Поэтому геолого-экономическая переоценка месторождений может проводиться и независимо от геологоразведочных работ при изменении одного или нескольких таких факторов. Характерная тенденция при этом заключается в снижении параметров кондиций и переводе забалансовых запасов в балансовые. К такому результату ведут и научно-технический прогресс в сфере добычи и переработки минерального сырья, и постоянное увеличение объемов его использования в народном хозяйстве.

На разных стадиях геологоразведочных работ и эксплуатации месторождений геолого-экономическая оценка имеет различную степень обоснованности, зависящую от наличия и достоверности исходных данных, используемых в расчетах.

Так, если на стадии поисков большая часть экономических показателей будущей эксплуатации месторождений определяется по аналогии с показателями действующих предприятий, то на стадии предварительной и тем более детальной разведки геолого-экономическая оценка в значительной мере базируется на проектных расчетах, дающих основание для более обоснованных выводов. Наиболее достоверной является геолого-экономическая оценка (переоценка) эксплуатируемых месторождений, при которой используются реальные показатели действующих предприятий по добыче и переработке минерального сырья.

Несмотря на различия в полноте и достоверности исходной информации, геолого-экономическая оценка на всех стадиях геологоразведочного процесса должна делаться по единым правилам, на общей методологической основе, исходя из единых принципов. Основные принципы, которые должны соблюдаться, при геолого-экономической оценке месторождений, могут быть сформулированы следующим образом:

- максимальное использование разведанных запасов полезных ископаемых;
- рентабельность производства по добыче и переработке минерального сырья на уровне не ниже нормативной для данной отрасли;
- безубыточность добычи и переработки каждой единицы балансовых запасов;
- полный учет и соблюдение народнохозяйственных интересов.

Первые три из перечисленных принципов тесно связаны и взаимно дополняют друг друга. Ясно, что самая высокая рентабельность может быть обеспечена при отработке только наиболее богатых и доступных частей месторождения. Однако погоня за такой рентабельностью привела бы к нерациональному, хищническому использованию ограниченных природных ресурсов. Именно поэтому на первое место выдвигается принцип максимального вовлечения в народное хозяйство всех разведанных запасов.

Нетрудно показать, что первые два принципа автоматически реализуются, если следовать принципу безубыточности добычи и переработки каждой единицы запасов. В этом случае кондиции, определяющие границу между балансовыми и забалансовыми запасами, выводятся из условия равенства цены получаемой продукции и себестоимости добычи и переработки сырья из худших частей месторождения.

В результате в балансовые запасы попадают все части месторождения, отработка которых экономически целесообразна, а суммарная прибыль от эксплуатации месторождения достигает максимальной величины.

Учет и соблюдение народнохозяйственных интересов являются важнейшим и обязательным требованием к геолого-экономической оценке месторождения. Для выполнения этого требования необходимо:

- проанализировать текущую и перспективную потребность в продукции, которая может быть получена из минерального сырья оцениваемого месторождения, и возможные источники покрытия этой потребности с учетом действующих и проектируемых в стране предприятий, а также экспортно-импортных операций;

- предусматривать максимально полное и комплексное использование минерального сырья, получение из него всех полезных компонентов, извлечение которых экономически целесообразно;

- предусматривать безусловное выполнение всех законодательных актов по охране окружающей среды, соблюдение природоохранных норм и нормативов;

Роль всех геолого-промышленных типов с течением времени меняется. Одни из них утрачивают свое значение основных поставщиков минерального сырья в связи с полной отработкой, как это случилось с железорудными месторождениями типа «железных шляп» – зонами окисления колчеданных месторождений Урала. С отработкой этих зон перестал существовать еще один промышленный тип – месторождения малахита, которыми славился Урал.

- полностью учитывать затраты, возникающие в связи с освоением оцениваемого месторождения, в том числе и в других отраслях народного хозяйства (компенсация за изъятие или снижение продуктивности сельскохозяйственных и лесных угодий, погашение затрат на геологоразведочные работы, капиталовложения в создание и развитие производственной и социальной инфраструктуры и т. п.);

- учитывать народнохозяйственные планы промышленного и хозяйственного освоения новых территорий, строительства транспортных

магистралей, создания территориально-промышленного комплекса (ТПК) и проведения других мероприятий по размещению производительных сил на территории страны.

Важнейшими параметрами оценки являются масштаб месторождения руды, географо-экономические, инженерно-геологические, горнотехнические и гидрогеологические условия его эксплуатации. Однако количественная и качественная оценка запасов – только одна сторона геолого-экономической оценки. Не менее важно знать условия, способы и системы разработки месторождения, обогащения и передела сырья. Совокупное рассмотрение этих факторов позволяет определить технико-экономические показатели эксплуатации месторождения: годовую производительность, объем капитальных вложений, себестоимость добычи и передела, рентабельность.

Сравнение технико-экономических показателей оцениваемого месторождения с аналогичными показателями по эксплуатируемым или намеченным к эксплуатации месторождениям позволяет оценить роль его в обеспечении потребностей промышленности, в экономике соответствующей отрасли горнодобывающей промышленности и, таким образом, его значимость для народного хозяйства. Исходя из обеспеченности современной и перспективной потребности в сырье, а также из экономического выигрыша от эксплуатации оцениваемого месторождения, намечаются темпы, сроки и объемы его освоения.

Чтобы подсчитать запасы, вначале необходимо установить, какие руды следует относить к промышленным в данных условиях. Для этого следует обосновать требования промышленности к качеству минерального сырья и горно-геологическим параметрам каждого конкретного месторождения. Обоснование таких требований (кондиций) является важнейшим элементом геолого-экономической оценки месторождения и представляет собой творческое исследование взаимозависимости различных горно-геологических факторов с технико-экономическими показателями его эксплуатации.

Важнейшие показатели кондиций, такие, как минимальное промышленное содержание, бортовое содержание, минимальная мощность рудных тел, минимальный коэффициент рудоносности, максимальный коэффициент вскрыши, максимальная мощность пустых и некондиционных прослоев, включаемых в подсчет запасов, не только взаимосвязаны, но и оказывают непосредственное влияние на количество запасов, качество руды и экономику эксплуатации месторождений. Изменение одного из них неизбежно влияет на другие показатели. Поэтому наиболее оправданно определение этих показателей по вариантам значений геолого-промышленных параметров для конкретных условий оконтуривания месторождения и рудных тел.

Если увеличить, например, максимальную мощность пустых пород, включаемых в подсчет запасов, на каком-либо штокверковом месторождении медно-молибденовых руд, то соответственно увеличиваются запасы руды, но снижается ее качество. При этом, как правило, упрощается морфология

рудных тел, возникает возможность открытой добычи руды или использования дешевых систем подземной разработки, увеличивается годовая производительность рудника и, как следствие, более или менее значительно снижается себестоимость добычи руды и ее обогащения. Однако одновременно с этим руда становится беднее полезным компонентом, увеличиваются его потери при обогащении и расход руды на 1 т концентрата, ухудшается качество концентрата и возрастают затраты на получение 1 т металла при его переделе. Только конкретные расчеты, подтвержденные технологическими исследованиями, позволяют найти оптимальный вариант максимальной мощности пустых пород, включаемых в подсчет запасов.

Известно, что производительность горнорудного предприятия в значительной мере зависит от масштабов месторождения, на базе которого оно строится. В общем случае, чем больше запасы минерального сырья, тем выше производительность горнорудного предприятия. Но с равным правом можно утверждать для большей части месторождений и обратное, т.е. чем выше производительность горнорудного предприятия, тем больше промышленные запасы. Действительно, увеличение годовой добычи ведет, как правило, к существенному снижению затрат на получение единицы конечной продукции, что позволяет снизить бортовое и минимальное промышленное содержание полезного компонента в руде, а это (на месторождениях с неравномерным распределением полезных компонентов) приводит к расширению границ месторождения, т.е. к увеличению запасов. Из приведенного видно, что подсчет запасов, равно как и экономическая их оценка, осуществляемые независимо, в отрыве друг от друга, могут привести к грубым ошибкам, что не должно допускаться.

Геолого-экономическую оценку месторождения нельзя правильно выполнить без учета экономики соответствующей отрасли горной промышленности и района в целом, которая в свою очередь неразрывно взаимосвязана с состоянием и планом развития народного хозяйства всей страны. Некоторые месторождения следует рассматривать в свете интересов развития экономики стран социалистической системы и всего земного шара.

Таким образом, под геолого-экономической оценкой следует понимать анализ взаимосвязи географо-экономических, инженерных и горно-геологических условий залегания месторождения, технико-экономических показателей его эксплуатации, выбор на основе этого анализа оптимального варианта его использования в народном хозяйстве, определение места и рода оцениваемого месторождения в экономике соответствующей отрасли промышленности.

Основные задачи геолого-экономической оценки сводятся к следующему:

- Оценка месторождений и рудопроявлений на всех стадиях их изучения, отбраковка непромышленных рудопроявлений и месторождений, выбор наиболее перспективных месторождений для постановки дальнейших геологоразведочных работ.

- Определение эффективности геологоразведочных работ с целью оптимального планирования их объемов и структуры, обеспечивающего соразмерное и максимально эффективное развитие отдельных отраслей и в целом народного хозяйства.

- Определение эффективности геологоразведочных работ по отдельным регионам, геологическим структурам и комплексу пород с целью повышения их эффективности.

- Выбор месторождений для первоочередного промышленного освоения, определение темпов и сроков их изучения и разработки, роли их в экономике отрасли промышленности, оптимальной структуры проектируемого рудника.

- Оценка минерального сырья с целью определения оптимального соотношения затрат на эксплуатацию месторождения и охрану окружающей среды, а также ущерба от потерь полезного ископаемого в процессе добычи, обогащения и металлургического передела.

Важнейшими принципами геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых являются:

1) максимальное удовлетворение потребностей народного хозяйства в минеральном сырье;

2) последовательное приближение к более полному и достоверному определению оценочных показателей;

3) полное и комплексное использование недр;

4) минимальные общественно необходимые затраты на производство минерального сырья;

5) охрана природы.

Максимальное удовлетворение потребностей народного хозяйства в минеральном сырье. Геолого-экономическая оценка имеет всегда сравнительный и временный характер.

Положительная и отрицательная оценка каждого конкретного месторождения в определенный отрезок времени зависит, с одной стороны, от потребностей народного хозяйства в данном сырье и, с другой – от состояния минерально-сырьевой базы (баланса разведанных и подготовленных к эксплуатации запасов). Увеличение потребностей в общем случае приводит к необходимости промышленного освоения все худших месторождений.

Вследствие этого положительную оценку получают месторождения, ранее рассматривавшиеся как непромышленные. Наоборот, открытие новых крупных богатых месторождений может вывести в разряд непромышленных месторождения, намеченные ранее для освоения.

Существенную роль при оценке месторождений играет научно-технический прогресс в разработке месторождений, обогащения и переработке минерального сырья. Современные научно-технические достижения позволяют систематически снижать затраты на производство минерального сырья, разрабатывать месторождения все более бедных руд, на

больших глубинах и при более сложных горнотехнических и гидрогеологических условиях.

При геолого-экономической оценке исходят из необходимости стадийности изучения рудопроявлений и месторождений. Показатели оценки на всех стадиях одни и те же, изменяются лишь их назначение, полнота, степень детальности и достоверности. На стадии поисков показателя оценки нужны для отбраковки из большого числа рудопроявлений явно непромышленных и выделения из остальных наиболее перспективных, заслуживающих первоочередного изучения. Точность показателей оценки на этих стадиях должна быть достаточной для того, чтобы правильно наметить очередность изучения выделенных перспективных рудопроявлений, темпы и сроки проведения предварительной разведки.

Весьма ответственной является стадия предварительной разведки, в процессе которой необходимо однозначно определить промышленное значение месторождения, его место в экономике соответствующей отрасли промышленности, наметить сроки и темпы его освоения. В соответствии с данными предварительной разведки намечаются участки для проведения детальной разведки.

Определяются объемы и сроки ее проведения. Показатели оценки на этой стадии разведки должны быть достаточно точными не только в целом для месторождения, но и для отдельных его частей с тем, чтобы не было ошибок в выборе участков для детальной разведки.

Точность показателей на стадии детальной разведки должна обеспечивать строительство рудника (правильный выбор структуры горно-рудного предприятия, способ и систему разработки, шихтовки руды, типы, количество и мощность оборудования, режим и трудоемкость всех операций по добыче и переработке минерального сырья) и оперативное планирование эксплуатации (объемы работ по вскрыше, добыча руды, обогащение, выпуск концентратов, расход материалов и т.п.).

Точность оценочных показателей зависит прежде всего от достоверности геологических наблюдений, надежности расшифровки структуры месторождений, условий залегания, морфологии и внутреннего строения рудных тел, представительности технологических исследований. Отсюда понятия огромная роль уже на первых стадиях тщательного изучения и анализа геологии региона, рудоконтролирующих факторов, генетического типа оруденения, связи его с теми или другими структурами, возможности комплексного использования руд.

Следует особо подчеркнуть, что геолого-экономическая оценка часто оказывается недостаточно надежной или даже принципиально неправильной из-за погрешностей, допущенных в процессе поисковых работ: ошибочного определения структуры района, неправильного понимания рудоконтролирующих факторов, недостаточно полного изучения минерального и химического состава руд, неправильного выделения типов руд, отбор непредставительных проб и т.п.

Нередко возникает вопрос, можно ли по обнаруженному на стадии поисков месторождению определить годовую мощность горнорудного предприятия, капитальные вложения на его освоение, рентабельность и другие экономические показатели его эксплуатации. Со всей определенностью следует ответить, что не только можно, но и обязательно нужно, так как без этих показателей невозможно выделить лучшие из обнаруженных месторождений, а следовательно, невозможно рациональное планирование геологоразведочных работ в целом.

Естественно, что на стадии поисков качество руды и количество запасов минерального сырья определяются с широким использованием экстраполяции, а затраты на его добычу – по аналогии с подобными эксплуатируемым (или детально разведанными) месторождениями. Чем полнее знает геолог генетические и геолого-промышленные типы руд, экономику их добычи и переработки, тем точнее его оценка вновь выявленных рудопроявлений и месторождений.

На стадии предварительной разведки все оценочные показатели, включая и технико-экономические, определяются путем графических построений модели месторождения, оконтуривания и укрупненных подсчетов. И, наконец, на стадии детальной разведки такие расчеты строго привязываются к этапам строительства рудника и эксплуатации месторождения. От одной стадии к другой представления о месторождении пополняются и уточняются, соответственно корректируются и все расчеты. Именно в этом и заключается смысл принципа последовательного приближения к более полному и достоверному определению оценочных показателей.

Таким образом, методика и показатели оценки на всех стадиях изучения месторождений одни и те же. Попытки некоторых геологов дифференцировать показатели оценки по стадиям геологоразведочных работ и соответственно выделять перспективную, предварительную, поисковую, геологическую, промышленную, предпроектную оценки и т.д. являются неоправданными. Можно говорить лишь об одной – геолого-экономической оценке месторождений, выделяя различные ее стадии.

Полное и комплексное использование недр. Этот принцип исходит из невозпроизводимости минерального сырья, ограниченных его запасов в недрах и, следовательно, необходимости бережного расходования. Интенсивность эксплуатации месторождений за последние 25-30 лет выросла в десятки раз и продолжает неуклонно возрастать. По некоторым видам минерального сырья многие страны уже сталкиваются с проблемой угрожающего истощения недр. В связи с этим со всей остротой возникает проблема экономного расходования минерального сырья, снижение колоссальных потерь его в недрах, отвалах, хвостах обогатительных фабрик и отходах заводов.

Не менее важна и другая проблема, заключающаяся в том, что комплексное использование месторождений является мощным средством концентрации горной промышленности, резкого уменьшения капитальных

затрат, экономии затрат труда, времени и средств на разведку и добычу минерального сырья, более ускоренного расширения его производства. Огромное значение комплексной оценки еще в 1932 г. подчеркивал академик А.Е.Ферсман. «Комплексная идея, - говорил он, - есть идея в корне экономическая, создающая максимальные ценности с наименьшей затратой средств и энергии, но это идея не только сегодняшнего дня, это идея охраны наших богатств от их хищнического расточения, идея использования сырья до конца, идея возможного сохранения природных запасов на будущее».

В нашей стране с каждым годом все шире применяется комплексная разработка месторождений и руд.

Однако отсутствие должной оценки комплексных месторождений приводит к огромным потерям компонентов, ценность которых нередко равна либо даже превышает извлекаемого основного компонента.

Следует подчеркнуть, что уровень потерь руды или отдельных полезных компонентов должен оцениваться на стадии получения конечного продукта. Так, например, снижение бортового содержания полезных компонентов при оконтуривании нередко приводит к увеличению объема рудных тел и соответственно к увеличению запасов минерального сырья. Точно также влияет увеличение максимальной мощности пустых и некондиционных прослоев, включаемых в подсчет запасов. Однако эти же факторы снижают качество руды, поступающей на обогатительную фабрику. Снижение потерь руды при добыче нередко вызывает повышенное ее разубоживание пустыми породами, что также снижает качество руды.

Последнее, наоборот, часто является причиной повышенных потерь полезных компонентов при обогащении, снижения качества концентратов, что в свою очередь увеличивает потери при металлургическом переделе. Как известно, зависимость между величиной потерь и разубоживанием минерального сырья при добыче, так же и как и зависимость потерь при обогащении и переделе от качества добытого минерального сырья, проявляется в разнообразной форме. Обычно снижение потерь при добыче сопровождается ростом разубоживания, увеличение же последнего в свою очередь обуславливает более высокие потери при обогащении.

Следует подчеркнуть, что уровень потерь руды или отдельных полезных компонентов должен оцениваться на стадии получения конечного продукта. Так, например, снижение бортового содержания полезных компонентов при оконтуривании нередко приводит к увеличению объема рудных тел и соответственно к увеличению запасов минерального сырья. Точно также влияет увеличение максимальной мощности пустых и некондиционных прослоев, включаемых в подсчет запасов.

Однако эти же факторы снижают качество руды, поступающей на обогатительную фабрику. Снижение потерь руды при добыче нередко вызывает повышенное ее разубоживание пустыми породами, что также снижает качество руды.

Поэтому на ряде месторождений оказывается выгодным потерять часть запасов бедных руд при оконтуривании, тем самым обеспечить более

высокое качество добываемой руды и соответственно более высокое извлечение полезного компонента при обогащении и переделе.

Исходя из основного закона рыночной экономики оценка месторождений полезных ископаемых в условиях Республики Казахстан – как активного участника мировой экономики определяется следующими принципами (основами):

1) максимального удовлетворения текущих и перспективных потребностей внутреннего и внешнего рынка в минеральном сырье в условиях жесткой конкуренции;

2) полного и комплексного использования месторождения и заключенных в нем руд или, иначе минимальных потерь полезных компонентов при добыче и переработке минерального сырья со строгим соблюдением природоохранного законодательства Республики Казахстан;

3) максимальной экономии общественно-необходимых затрат труда, времени и средств на добычу и переработку минерального сырья, производства и реализацию конкурентно-способной продукции.

## **2-лекция. Законы и нормативно-правовые акты Республики Казахстан – руководящие материалы по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых**

Земля и другие природные ресурсы в соответствии со статьей Конституции РК № 6 «Земля и ее недра, воды, растительный и животный мир, другие ресурсы находятся в государственной собственности. Земля может находиться также в частной собственности на основаниях, условиях и в пределах, установленных Законом».

Все Законы и подзаконные нормативно-правовые акты по вопросам природных ресурсов действующие на территории Республики Казахстан должны строго соответствовать действующей Конституции.

Весь комплекс общественных отношений в сфере недропользования – операции по недропользованию регулирует Закон Республики Казахстан от 24 июля 2010 года «О недрах и недропользовании».

*В соответствии с этим законом весь комплекс работ, связанных с изучением и использованием недр: государственное геологическое изучение недр, разведка и (или) добыча полезных ископаемых, в том числе связанные с разведкой и добычей подземных вод, лечебных грязей, разведкой недр для сброса сточных вод, а также по строительству и (или) эксплуатации подземных сооружений, не связанные с разведкой и (или) добычей отнесены в понятие операции по недропользованию.*

Как отмечалось ранее, **геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых, является неотъемлемой частью геологоразведочных работ (т.е. разведки по закону).**

В марте 1997 года Горная хартия государств – участников Содружества Независимых Государств (СНГ) приняла соглашение о сотрудничестве в

области изучения, разведки и использования минерально-сырьевых ресурсов и о применении единых требований к нормативным документам по геологоразведочным работам (по разведке – в РК), геолого-экономической оценке и подсчету запасов полезных ископаемых.

Этот шаг является положительным явлением в унификации подходов к изучению и использованию недр, а также в использовании того грандиозного опыта в СССР в области геологии и горного дела. В Казахстане было принято правильное решение о применении нормативно-методических документов, разработанных в СССР по геологоразведочным работам, геолого-экономической оценке и подсчету запасов полезных ископаемых в части, не противоречащей законодательству РК.

Если принять во внимание, что в Российской Федерации законодательство о недрах практически остались по-прежнему, то в условиях действия единого экономического пространства в составе Казахстана, России и Белоруссии это является позитивным делом и повысит конкурентоспособность выпускников геологов КазНИТУ им. К.И.Сатпаева как минимум в пределах СНГ.

В настоящее время в Республике действуют около 30 нормативно-правовых документации (актов) по разведке, геолого-экономической оценке и подсчету запасов полезных ископаемых, разработанных после независимости Казахстана во исполнение закона РК «О недрах и недропользовании». Основные из них:

1) Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) и территориальные комиссии по запасам (ТКЗ) материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых.

2) Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) материалов по подсчету запасов нефти, природного газа, конденсата и попутных компонентов.

3) Методические указания о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ и ТКЗ материалов по подсчету эксплуатационных запасов подземных вод (питьевых и технических, лечебных, минеральных, промышленных и теплоэнергетических).

4) Требования к инженерно-геологической и гидрогеологической изученности месторождений полезных ископаемых с целью сохранения среды обитания и геологической среды.

5) Требования к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений.

6) Методические рекомендации по технологическому опробованию и картированию рудных месторождений.

7) Методические указания к экологическому обоснованию проектов кондиций на минеральное сырье.

8) Методические рекомендации по изучению и оценке техногенных минеральных объектов.

9) Классификация запасов месторождений перспективных и прогнозных ресурсов нефти и природного углеводородного газа.

10) Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.

11) Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод.

Выполнение требований этих перечисленных, а также всех других существующих нормативно-правовых актов, зарегистрированных в Министерстве юстиции Республики Казахстан обязательно для всех недропользователей на территории Республики Казахстан независимо от форм собственности включая иностранных.

А недропользователь по закону о недрах, это физическое или юридическое лицо, обладающее правом на проведение операций по недропользованию (все виды геологоразведочных работ = разведка, добыча и т.д.). В настоящее время недропользование в Республике Казахстан осуществляется около 160 компаниями, из них половина отечественных и около 30% иностранных и около 20% - совместных предприятий с иностранным участием.

Следует отметить следующее положение – Закон о недрах, к сожалению, хотя об этом декларируются не является законом прямого действия. Чтобы этот закон заработал необходимо было издать более 30 подзаконных нормативно-правовых актов (документов) различного уровня от Постановления Правительства Республики Казахстан, до приказов, инструкций Министерств и Комитета геологии и недропользования, который в свою очередь часто переходит в подчинение различных министерств.

Сейчас Комитет находится в подчинении Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.

Конкретные требования конкретного правового акта (документа) будут рассматриваться в период проведения лекций и лабораторных работ по конкретным темам (разведка, стадии работ, подсчет запасов, опробование и т.д.).

### **3-лекция. Критерии промышленной ценности месторождений полезных ископаемых. Сложность геолого-экономической оценки**

Минеральные скопления в Земной коре становятся промышленными месторождениями только после того, как проведенный на них комплекс геологоразведочных работ оценит и подсчитает запасы полезного ископаемого и даст заключение о их промышленной ценности, т.е. о целесообразности извлечения.

Промышленная ценность месторождения определяется многими факторами, которые могут быть весьма условно объединены в три группы:

- социально-экономические,
- горно-геологические,

- географо-экономические.

Важнейшими критериями промышленной оценки месторождений полезных ископаемых являются:

- социально-экономические условия эксплуатации месторождения;
- горно-геологические условия эксплуатации месторождения;
- географо-экономическое положение месторождения;
- количество и качество минерального сырья в недрах;
- технологические свойства минерального сырья.

**К социально-экономическим факторам** относятся:

1) значение полезного ископаемого и получаемого из него продукта для народного хозяйства и для обеспечения экономической независимости и обороноспособности страны; 2) степень обеспеченности страны данным видом полезного ископаемого.

Народнохозяйственное значение месторождения определяется потребностью народного хозяйства в данном виде минерального сырья, которая устанавливается по материалам перспективного плана развития соответствующей отрасли промышленности. Поэтому при оценке месторождения полезного ископаемого в первую очередь рассматриваются балансы запасов данного вида сырья, а также балансы производства и потребления получаемой из него готовой продукции.

Эти балансы увязываются в местном, районном, республиканском масштабах применительно к действующим и строящимся предприятиям-потребителям (заводы, фабрики, комбинаты) или к планируемому объему потребления. На основе такого анализа определяются конкурирующие месторождения или группы месторождений, из которых по результатам оценки отбираются первоочередные объекты для освоения. В виде исключения при остром дефиците особо важных видов полезных ископаемых в промышленное освоение могут вовлекаться месторождения даже при низкой эффективности их эксплуатации.

При оценке должны быть учтены и перспективы использования данного вида сырья: внедрение новых видов минерального сырья, замена одних его видов другими, внедрение искусственных заменителей минерального сырья, перспективы развития технологии разработки месторождения и использования полезного ископаемого. Наконец, очень важными социально-экономическими факторами оценки являются укрепление экономической независимости и оборонной мощи страны, внутренняя политика государства в области развития экономики отдельных районов страны и т. д.

**Горно-геологические условия** эксплуатации месторождения определяют возможность и экономическую целесообразность отработки его с учетом современного состояния горной техники. Эти условия зависят от совокупности следующих частных условий, к которым кроме запасов относятся: форма рудных тел, морфологические особенности, строение, условия залегания, степень сосредоточения полезного ископаемого в отдельных телах (равномерное, рассеянное), физико-механические свойства

пород и руд (твердость, трещиноватость, буримость и т.д.), влияющие на эксплуатацию. Совокупным влиянием перечисленных условий определяются основные технико-экономические показатели горнодобывающих работ, себестоимость добычи тонны минерального сырья.

**Горно-геологические факторы** представляют собой совокупность данных, предопределяющих масштабы горнорудного предприятия, горнотехнические условия разработки месторождения, а также технологическую схему переработки полезного ископаемого и получения из него готового продукта. Эта группа включает важнейшие данные о месторождении: качество полезных ископаемых, содержание полезных и вредных компонентов и их запасы, морфологию, строение и условия залегания скоплений полезных ископаемых, технологические свойства минерального сырья и горно-геологические условия эксплуатации месторождений.

*Природные особенности месторождений*

- Величина промышленных запасов, тыс. т
- Глубина залегания залежей, м
- Рельеф земной поверхности
- Угол падения залежей, градус
- Форма залегания рудных тел
- Мощность залежей и покрывающих пород, м
- Крепость руды и боковых пород
- Устойчивость руды и вмещающих пород
- Гидрогеологические условия месторождения
- Степень трещиноватости пород
- Газообильность горных пород
- Равномерность распределения в залежах полезных минералов и их скоплений.

*Вещественный состав полезных ископаемых:*

- Химический состав: содержание основного полезного компонента, %; содержание сопутствующих полезных компонентов, %; содержание вредных примесей, %;
- Минеральный состав;
- Тектурные и структурные особенности полезного ископаемого;
- Физические и химические свойства: влажность, плотность, объемная масса, твердость, магнитные свойства минералов.

**Количество минерального сырья** определяется его массой. Промышленное использование находящегося в недрах минерального сырья целесообразно только в тех случаях, когда его количество превышает некоторый (установленный) минимальный предел.

Запасом полезного ископаемого называется количество минерального сырья в недрах, отвечающего по своему качеству современным требованиям промышленности.

Запасы всех коренных месторождений полезных ископаемых (уголь, золото, медь и т.д.) выражаются массой руды. Для тех видов минерального

сырья, которые после добычи подвергаются процессу обогащения (редкие металлы – Mo, W, Be, Ne и т.д.), обычно подсчитываются и запасы полезных компонентов в руде. Масштабы месторождений определяются запасами минерального сырья и в зависимости от масштабов выделяются уникальные (Садбери, Витватерсранд), крупные (Кривой Рог, Жезказган, Чиатуры и др.), средние (Коунрад, Чатырколь и др.) и мелкие (Баян, Сырымбет, Жанет и др.) месторождения.

**Качество** – это минеральный и химический состав, а также физические свойства полезного ископаемого. Оно определяется процентным содержанием полезных металлов (Cu, Pb, Zn, Au др.) или окислов металлов ( $WO_3$ ,  $Cr_2O_3$ , BeO,  $V_2O_5$  и др.) в рудах. Существенное влияние на оценку качества некоторых руд оказывают вредные примеси, мешающие извлечению концентрата из руд. Таковыми для руд железа и марганца являются сера, фосфор; для фосфоритов - магний; для руд золота - мышьяк.

**Качество полезных ископаемых** определяется совокупностью химических, физических и технических свойств, обеспечивающих возможность его промышленного использования. Качественная характеристика минерального сырья зависит прежде всего от содержания в нем полезных компонентов, а также от его физических и других специфических свойств. Содержание полезных компонентов в минеральном сырье, в частности содержание металлов в рудах, оказывает большое влияние на себестоимость конечного продукта. При прочих равных условиях его себестоимость будет меньше во столько раз, во сколько раз больше будет извлечено его из 1 т руды. Достоверное определение среднего содержания металла имеет исключительно важное значение для правильной оценки большинства рудных месторождений.

Ошибка в подсчетах запасов руды имеет гораздо меньшее значение по сравнению с ошибкой в определении содержания металла, ибо последствия неправильного определения запасов скажутся только после отработки всех запасов и выразятся лишь в сокращении срока эксплуатации месторождения. Ошибка же в определении содержания металла отразится на результатах эксплуатации с первого дня. Если фактическое содержание металла в руде окажется ниже установленного, немедленно снизится выпуск готовой продукции (концентрата, металла и др.), повысится ее себестоимость, сократятся прибыль, рентабельность, а также эффективность капитальных вложений. Чем беднее руда, тем большее значение имеет правильное определение содержания металла.

Оценка месторождения должна предусматривать комплексное использование сырья, а также извлечение всех содержащихся в нем компонентов, если это извлечение является рентабельным. Для месторождений цветных и черных металлов, в особенности для месторождений железа и марганца, важным вопросом определения качества минерального сырья является наличие и содержание вредных примесей, а также поведение этих примесей в процессе переработки руды.

Единственным научно обоснованным способом выявления качества полезных ископаемых является их химическое, минералогическое или техническое опробование. Требования промышленности к изученности качества полезных ископаемых не ограничиваются только возможностями оценок средних содержаний полезных и вредных компонентов в разведываемых объемах недр, а включают в себя сведения, позволяющие судить о пространственном размещении участков с различными их содержаниями, а также о характеристике пространственной изменчивости содержаний в контурах оцениваемых месторождений.

Так, при отсутствии естественных контактов полезных ископаемых с вмещающими породами по данным опробования оконтуриваются их промышленно-ценные скопления, выявляются морфологические особенности и внутреннее строение этих скоплений.

Оконтуривание залежей и зон полезных ископаемых по данным их сплошного опробования стало столь обычным приемом в практике геологоразведочных работ, что оптимальность и правомерность проводимых контуров, как правило, даже не подвергается сомнению.

По содержанию полезного компонента с учетом требований промышленности выделяются богатые, рядовые (средние) и бедные руды. Качество минерального сырья повышается, когда в его составе присутствуют несколько полезных компонентов (Cu + Pb + Zn; Au + Bi + U).

Большая часть руд полезных ископаемых представляет собой комплексное минеральное сырье, т.е. содержит несколько полезных компонентов, не говоря уже о рассеянных элементах.

В связи с этим и исследования минерального сырья должны быть комплексными, т.е. в процессе этих исследований необходимо определять как содержание полезных компонентов, так и их важнейшие физические свойства, а также свойства вмещающих пород, чтобы можно было установить пригодность тех и других в различных отраслях промышленности. Необходимо уделять особое внимание на присутствие в рудах редких элементов или рассеянных, свойственных почти всем рудам (так колчеданно-полиметаллические руды месторождений Алтая помимо основных металлов – свинца, цинка, меди, содержат значительные количества золота, кадмия, германия, олова, серебра и других элементов, добываемых попутно с основными).

Количественная и качественная характеристики запасов тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены, поэтому при оценке месторождений их учитывают одновременно.

Для промышленности наиболее предпочтительны крупные (по размерам) месторождения с рядовыми (средними) рудами.

Единство и взаимообусловленность качественной и количественной характеристик минерального сырья требуют при геологоэкономической оценке месторождений их одновременного учета. Ускоренная отработка месторождений высококачественных полезных ископаемых, непрерывное расширение мощностей горнорудных предприятий и вовлечение в

интенсивную эксплуатацию крупных месторождений с рядовыми и бедными содержаниями полезных компонентов свидетельствуют об относительности установившихся понятий «богатых, рядовых и бедных руд».

Вкладываемые в эти понятия представления о качестве полезных ископаемых непостоянны и во многом зависят от объективно изменяющихся во времени условий их добычи. Наиболее ценными для народного хозяйства оказываются не те месторождения, которые содержат самые богатые руды, а те, которые обеспечивают максимальные масштабы производства и минимальную себестоимость продукции. Чаще всего к ним относятся крупные месторождения бедных или рядовых руд.

**Технологические свойства минерального сырья** определяют возможность и экономическую целесообразность его переработки с целью извлечения всех полезных компонентов. Технологические свойства минерального сырья зависят не только от содержания полезных компонентов и вредных примесей, но также и от формы и размеров полезных минералов, их сростаний друг с другом, текстур и структур, физических свойств (твердость, хрупкость, вязкость и др.), а также от химического и минерального состава вмещающих руду пород.

Известно, что от форм и размеров рудных минералов, характера их сочетаний, зависит оптимальная степень их дробления. Так, хорошо дробятся, а затем флотируются руды крупновкрапленные, а тонковкрапленные руды с тесным взаимным проращением минералов трудно обогащаются. Они требуют тонкого измельчения, в результате чего резко повышается количество шлама в пульпе, снижаются показатели извлечения и ухудшается качество концентратов.

**Технологические свойства минерального сырья**, определяющие возможность и экономическую целесообразность его переработки, зависят от совокупности качественных показателей, из которых кроме содержаний компонентов, первостепенное значение имеют:

- минеральный состав сырья, распределение полезных компонентов и вредных примесей по отдельным минералам, формы и размеры полезных минералов, характер их сростаний друг с другом, пороодообразующими и жильными минералами, текстуры и структуры минеральных агрегатов;

— физические свойства минерального сырья и слагающих его полезных минералов, их твердость, хрупкость, плотность;

— химический и минеральный состав вмещающих пород и жильной массы.

Для правильного решения задач комплексного использования полезного ископаемого необходима исчерпывающая информация о полном наборе, содержаниях, особенностях вхождения и закономерностях пространственного размещения всех ценных попутных компонентов, а для решения проблемы охраны природы — столь же подробные сведения о содержащихся в сырье вредных примесях.

**Географо-экономическое положение месторождения** существенно влияет на уровень затрат, связанных со строительством горного предприятия,

а также на сроки освоения капитальных вложений. Поэтому для более рационального размещения промышленности, в первую очередь, должны использоваться природные ресурсы доступные для быстрого освоения и дающие наибольший эффект. Предпочтительнее строить предприятия там, где уже есть железные дороги, электроэнергия, лес, вода, жилье, людская сила.

**Географо-экономические факторы:**

- Физико-географические особенности района;
- Транспортные условия;
- Водные ресурсы;
- Энергетические ресурсы;
- Наличие в районе месторождений других полезных ископаемых;
- Степень развития района.

В теоретическом и методологическом отношении геолого-экономическая оценка месторождений – одна из самых сложных проблем методики и экономики геологоразведочных работ, от правильного решения которой во многом зависит успешное формирование и развитие минерально-сырьевой базы. Она включает в себя оценку геологических особенностей месторождения, значимости полезного ископаемого и вероятного экономического эффекта от использования добытого минерального сырья в народном хозяйстве.

*Геологическая оценка* месторождений основывается на результатах проведения геологоразведочных работ, которые обобщаются при подсчетах запасов полезных ископаемых в недрах. В процессе подсчета запасов создается, прежде всего, геологическая модель разведываемого месторождения, отражающая достигнутую детальность изучения его геолого-структурных особенностей, условий залегания, форм и строения тел полезных ископаемых, их вещественного состава, закономерностей пространственного размещения и соотношений природных и технологических типов минерального сырья, а также участков пустых пород в общих контурах промышленной минерализации.

Однако для оценки месторождений полезных ископаемых, как потенциальных источников минерального сырья, этих сведений еще недостаточно, поскольку в них отсутствует данные о соответствии выявленных минеральных скоплений современным требованиям горной промышленности. Для получения таких сведений запасы полезных ископаемых в недрах следует оценить не только как творение природы, но и как продукты общественного труда, участвующие в процессе материального производства и обеспечивающие его эффективность.

При решении вопроса о промышленной ценности природного минерального образования учитывается комплекс требований к запасам и качеству минерального сырья, его технологическим свойствам, горно-геологическим условиям эксплуатации месторождения и экономико-географическим его условиям, обеспечивающим возможность рентабельного

использования месторождения как минерально-сырьевой базы будущего горного предприятия.

В связи с тем, что естественные геологические границы минеральных образований далеко не всегда совпадают с границами их промышленно-ценных минеральных участков, а часто и вообще отсутствуют, контуры промышленно-ценных минеральных скоплений в недрах определяются по совокупности горно-экономических критериев, параметры которых оказывают существенное влияние на представления о морфологии, строении и изменчивости свойств полезных ископаемых.

Таким образом, под влиянием кондиций горной технологии первоначальные геологические представления о строении и составе объектов оценки претерпевают более или менее значительные изменения, а геологическая модель месторождения превращается в процессе оконтуривания запасов в его геолого-промышленную модель.

Для обоснования оптимальных параметров кондиций к подсчету запасов разведываемого месторождения необходимо знать, как будут изменяться оценки возможного экономического эффекта от использования данного месторождения в народном хозяйстве в зависимости от значений граничных кондиционных параметров, в то время как для получения этих оценок заведомо располагать сведениями о его запасах.

Взаимозависимость величины и качества запасов от кондиций горной технологии, а кондиционных параметров – от величины и качества запасов полезного ископаемого создает объективные трудности геолого-экономической оценки месторождений особенно при отсутствии естественных геологических границ и сложном прерывистом строении природных скоплений.

Трудности геологической оценки запасов месторождений возникают и в связи с гипотетичностью исходных геологических данных, получаемых методами интерполяции и экстраполяции ограниченных выборочных наблюдений, особенно на ранних стадиях геологоразведочных работ. Выборочный характер геологоразведочных данных практически исключает возможность полного соответствия геологической (а следовательно, и геолого-промышленной) модели месторождения, полученной в процессе подсчета запасов, реальному объекту разведочных работ.

При оценке запасов неизбежны большие и меньшие погрешности в определении пространственного положения, морфологии и строения тел полезных ископаемых, условий их залегания, качества и технологических условий разработки месторождений. К тому же действующей классификацией запасов и ресурсов полезных ископаемых не предусматривается каких-либо количественных критериев оценки степени их разведанности и не устанавливается единых принципов и подходов к решению этой проблемы.

В настоящее время не разработаны также методические подходы к оценке влияния сложности строения месторождений, морфологических и

других особенностей скоплений полезных ископаемых на уровне их потерь и разубоживания при добыче и переработке различными способами.

**Экономическая оценка** месторождений определяет возможный экономический эффект от использования разведанных запасов в народном хозяйстве. Она базируется на результатах подсчета запасов и включает в себя совокупный анализ факторов, определяющих экономическую эффективность капитальных вложений в строительство промышленного комплекса.

Сложности экономической оценки месторождений связаны с отсутствием общепризнанных критериев оптимальности вариантов оконтуривания и разработки запасов для целей экономической оценки месторождений, а также методов их расчета; особенно спорными являются вопросы о ценах на продукцию горных предприятий и учета фактора времени.

Таким образом, геологическая и экономическая оценки месторождений взаимосвязаны столь тесно, что практически неотделимы друг от друга. Если подсчет запасов производится на основании кондиций, обоснованных по данным экономической оценки эффективности возможного использования разведанных запасов в народном хозяйстве, то в основу оценки этой эффективности принимаются геологические запасы и качество полезного ископаемого в недрах.

Взаимосвязь и взаимообусловленность геологической и экономической оценок месторождений определяют комплексный характер и исключительную сложность этой проблемы. Хотя основой геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых и являются результаты геологоразведочных работ, она может быть качественно выполнена лишь объединенными усилиями специалистов геологического, горного, обоготительного, металлургического и экономического профилей.

#### **4-лекция. Требования к изученности месторождений и последовательность проведения геологоразведочных работ. Этапы и стадии геологоразведочных работ**

Месторождения полезных ископаемых выявляются в процессе проведения геологоразведочных работ.

Открытие промышленно ценных месторождений требует немалых усилий.

Прежде всего, необходимо провести общее изучение геологического строения той или иной области и определить вероятность нахождения в недрах тех или иных полезных ископаемых.

На выделенных участках (перспективных) проводятся поиски месторождений с применением различных методов глубинного геофизического и геохимического изучения. В результате поисков обнаруживаются проявления полезных ископаемых, возможную промышленную значимость которых необходимо оценить.

В процессе оценочных работ большая часть таких проявлений отбраковывается и лишь единичные из них будут признаны имеющими промышленное значение. На таких объектах приступают к сбору данных для составления технико-экономического обоснования (ТЭО) освоения, а затем проекта добычного предприятия.

Для предотвращения лишних затрат, геологоразведочный процесс принято разделять на последовательные этапы и стадии, оценивая целесообразность проведения работ каждой последующей стадии на основании анализа результатов предыдущей стадии.

В таблице приведена схема стадийности изучения недр, которая применяется в Казахстане, в соответствии с Инструкцией о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые).

Этапы и стадии работ				
Этап I	Этап II		Этап III	
Работы общегеологического назначения	Поиски и оценка месторождений		Разведка и освоение месторождений	
Стадия 1 Региональное геологическое изучение	Стадия 2 Поисковые работы	Стадия 3 Оценка месторождений	Стадия 4 Геологическая разведка месторождений	Стадия 5 Отработка
Объекты изучения				
Геолого-структурные регионы	Бассейны, районы, рудные поля	Проявления полезного ископаемого	Горный отвод	Участок, этаж, блок
Основной результат				
Комплект карт геологического содержания	Оценка перспективных площадей и ресурсов категории P <sub>2</sub> - P <sub>3</sub>	Оценка перспектив месторождения с подсчетом запасов категории C <sub>2</sub> и ресурсов P <sub>1</sub>	Подсчет запасов A, B, C <sub>1</sub>	Подготовка запасов к выемке
Источники финансирования				
Госбюджет, иногда средства недропользователя	Средства недропользователя или госбюджет	Средства недропользователя		

Подразделение геологоразведочных работ на стадии является методологической основой геологоразведочного производства.

Инструкция о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые) утверждена приказом Министра энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 27 февраля 2006г. №72 и утратил силу приказом Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан - Министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 28 марта 2013 года № 90.

Инструкция о стадийности проведения геологоразведочных работ обязательна для исполнения всеми недропользователями при поисках, оценке, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых.

**Стадии геологоразведочных работ** - последовательные ступени в решении задач поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых.

Полный цикл геологоразведочных работ включает в себя пять стадий :

*Стадия 1.* Региональное геологическое изучение недр:

*подстадии:*

1. Сводное и обзорное мелкомасштабное геологическое картирование (м-б 1:500 000 и мельче);

2. Среднемасштабное геологическое картирование (м-б 1:200 000);

3. Крупномасштабное геологическое картирование (масштаба 1:50000).

*Стадия 2.* Поисковые работы.

*Стадия 3.* Поисково-оценочные работы.

*Стадия 4.* Геологическая разведка месторождений.

*Стадия 5.* Эксплуатационная разведка.

Стадии геологоразведочных работ обеспечивают последовательное решение задач поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Подразделение геологоразведочных работ на стадии является методологической основой геологоразведочного производства.

Для повышения эффективности геологоразведочных работ **рекомендуется** соблюдать установленную стадийность, выполнять требования к полноте и качеству геологоразведочных работ, осуществлять рациональное комплексирование методов и технических средств, своевременно производить геолого-экономическую оценку результатов исследований.

**Региональное геологическое изучение недр является основой государственно-го изучения недр** и производится с целью получения комплексной геологической информации, составляющей фундаментальную основу системного геологического изучения территории страны и прогнозирования полезных ископаемых в недрах.

**Подстадия 1.** Сводное и обзорное (масштаба 1:500 000 и мельче) мелкомасштабное геологическое картирование решает **следующие задачи:**

**а)** составление карт и атласов, обобщающих информацию о геологическом строении и минерации крупных территорий;

**б)** анализ и обобщение имеющихся (преимущественно масштабов 1:1000000 и 1:200000) материалов по геологическому строению и минерации исследуемой территории, при необходимости выполняются минимальные объемы полевых исследований.

**в) *Конечным результатом*** являются сводные и обзорные карты геологического содержания, геологические атласы, геолого-геофизические и другие профили, ***а также качественная оценка минерационного прогнозного потенциала территорий*** на выявление месторождений полезных ископаемых определенного комплекса ***в пределах металлогенических провинций и зон*** путем сопоставления с аналогами.

**Подстадия 2.** Среднемасштабное геологическое картирование (масштаба 1:200 000) с проведением комплекса работ **решает следующие задачи:**

- комплексное геологическое изучение территории Республики Казахстан с составлением Государственных карт геологического содержания (геологических, геолого-экономических, гидрогеологических и других) масштаба 1:200 000.

В состав региональных исследований масштаба 1:200000 входят геологическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая съемка, геолого-экологические исследования, геологическое доизучение площадей, глубинное и объемное геологическое картирование.

**Конечным результатом** региональных исследований масштаба 1:200 000 является создание полистных Государственных карт геологического содержания масштаба 1:200 000.

**В результате** геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 выявляются и оконтуриваются прогнозные площади (*минерагенические зоны, бассейны, рудные районы и узлы, угленосные площади*), дается комплексная оценка или переоценка изученной территории с определением перспектив месторождений и оценкой прогнозных ресурсов объектов в ранге бассейна, рудного района и узла.

**Оценка прогнозных ресурсов категорий  $P_3$  и  $P_2$**  производится путем сопоставления с эталонными площадями, промышленными месторождениями-аналогами.

**Подстадия 3.** Крупномасштабное геологическое картирование проведением комплекса работ **решает следующие задачи:**

а) геологическое изучение недр в масштабе

1:50 000 с целью **выявления локальных площадей** и структур, перспективных для обнаружения месторождений полезных ископаемых, обоснования эколого-геологических и других мероприятий по охране окружающей среды;

б) объектом изучения являются перспективные на выявление месторождений полезных ископаемых минерагенические зоны, рудные районы, узлы и поля, части продуктивных бассейнов.

В состав работ масштаба 1:50 000 входят геологическая съемка, геологическое доизучение площадей, гидрогеологическая и геолого-экологическая съемка, опережающие и сопровождающие их дистанционные и наземные геофизические, геохимические, геоморфологические, прогнозно-минерагенические и другие исследования.

**Конечным результатом** регионального геологического изучения недр масштаба

**1:50000** являются комплект обязательных и специальных геологических карт, комплексная оценка перспектив изученной территории **с выделением рудных полей** и определением по ним **прогнозных ресурсов категорий  $P_2$  и  $P_1$ .**

## **Стадия 2. Поисковые работы**

**Цель поисков:**

выявление и оконтуривание перспективных участков и рудопроявлений, оценка их прогнозных ресурсов, *предварительная геолого-экономическая оценка* объекта и обоснование дальнейших геологоразведочных работ.

**Основным результатом** поисковых работ является геологически обоснованная *оценка перспектив* исследованных площадей.

На выявленных *проявлениях* полезных ископаемых оцениваются *прогнозные ресурсы категорий P<sub>2</sub> и P<sub>1</sub>*.

*Объектами исследований* при поисковых работах являются *рудные районы, рудные поля или их перспективные участки*, выявленные при региональных геологических исследованиях масштаба 1:200 000 и 1:50 000.

Поисковые работы могут производиться также на ранее опоскованных площадях, если это обусловлено изменением представлений о геологическом строении перспективных площадей.

В зависимости от сложности геологического строения перспективных площадей поиски могут проводиться в масштабах 1:10000-1:50000.

Поисковые работы *включают комплекс геологических, геофизических и геохимических методов исследований с проходной горных выработок и бурением поисковых скважин*.

Проверка природы геофизических и геохимических аномалий, опробование и изучение рудопроявлений проводятся горными выработками и поисковыми скважинами.

**Основным результатом** поисковых работ является геологически обоснованная *оценка перспектив исследованных площадей*.

На выявленных проявлениях полезных ископаемых оцениваются *прогнозные ресурсы категорий P<sub>2</sub> и P<sub>1</sub>*, которые определяются путем сопоставления с промышленными месторождениями – аналогами.

### **Стадия 3. Поисково-оценочные работы**

**Поисково-оценочные работы** проводятся на выявленных и положительно оцененных поисковыми работами проявлениях полезных ископаемых.

Цель - определение общих ресурсов выявленного объекта, оценка их промышленного значения и технико-экономическое обоснование (ТЭО) целесообразности вовлечения в разработку.

Поисково-оценочные работы сопровождаются минералогическими, петрографическими, геофизическими и геохимическими исследованиями.

Для изучения и оконтуривания потенциального промышленного месторождения составляются геологические карты масштаба

1:25000 – 1:10000 для крупных и масштаба

1:5000 – 1:1000 для небольших месторождений.

Результаты поисково-оценочных работ должны обеспечить предварительную оценку возможного промышленного значения месторождений с подсчетом запасов по категории C<sub>2</sub>.

По менее детально изученной части месторождения оцениваются прогнозные ресурсы категории  $P_1$ .

На выявленных и оцененных рудопроявлениях и месторождениях **поисково-оценочные работы завершаются** составлением технико-экономических расчетов (ТЭР) **оценочных кондиций** и подсчетом запасов с выдачей рекомендаций о целесообразности передачи перспективного объекта в разведку или разработку.

#### **Стадия 4. Разведка месторождения.**

Геологическая разведка производится на объектах, получивших положительное заключение в результате поисково-оценочных работ.

**Цель:** *получение достоверных данных для обоснованной оценки промышленного значения месторождения.*

В стадию геологической разведки **решается две задачи:** промышленная оценка месторождения и подготовка месторождения или его части для промышленного освоения.

При решении первой задачи запасы полезного ископаемого подсчитываются по категориям А, В,  $C_1$  и (или)  $C_2$  с **применением промышленных кондиций**. На их основе осуществляется решение второй задачи.

**Эксплуатационная разведка** проводится в течение всего периода освоения месторождения **с целью:**

1. доразведки эксплуатируемых запасов с получением более достоверной их оценки для рабочего проектирования, составления текущих и перспективных планов добычи;

2. уточнения схем подготовки и отработки тел полезного ископаемого, подсчета запасов подготовленных к отработке блоков и запасов, готовых к выемке;

3. доразведки флангов и глубоких горизонтов месторождения.

На этой стадии производятся проходка специальных разведочных выработок, бурение скважин, шпуров, опробование различными методами, геофизические исследования.

На протяжении всего этапа разведки и освоения месторождения для обеспечения рационального использования недр постоянно **ведется учет движения разведанных запасов** по рудным телам, блокам и месторождению в целом с оценкой изменений запасов в результате их прироста, погашения, пересчета, переоценки или списания с баланса горного предприятия.

Разведка проводится на оцененных месторождениях, получивших положительную экономическую оценку на стадии оценочных работ.

**Главная цель разведки это** – всестороннее изучение месторождения с целью его промышленного освоения, включая получение данных для проектирования и строительства горного и перерабатывающего предприятий.

В процессе разведки всесторонне изучаются морфология и условия залегания рудных тел, качество полезного ископаемого, его технологические

свойства, инженерно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации месторождения. Особенно детально разведывается та часть месторождения (30-50%), которая обеспечит возмещение затрат на промышленное строительство. В ходе эксплуатации, по мере отработки, проводится *доразведка* других частей месторождения.

С целью полного и рационального использования недр изучается не только основное полезное ископаемое, но и породы вскрыши. Нередко приходится проводить изыскательские работы в окрестностях месторождения для оценки возможностей промышленного и гражданского строительства, для проектирования и строительства коммуникаций (дорог, линий электропередачи, водопроводов и пр.).

**Любая разведка включает в себя следующие основные виды работ:**

– вскрытие и пересечение тел полезных ископаемых разведочными выработками (скважинами и горными выработками);

– измерение параметров оруденения (мощности тел полезных ископаемых, качества полезного ископаемого и др.) в разведочных выработках с применением опробования и геофизических работ и прогноз их значений в пространстве между выработками;

– проведение инженерно-геологических и гидрогеологических или геокриологических измерений как в пределах тел полезных ископаемых, так и в их окрестностях;

– создание прогнозной модели месторождения, графическое изображение его на плане, на разрезах и в проекциях и на этой основе определение границ (окопирование или геометризация) тел полезных ископаемых и условий их залегания;

– определение (подсчет) количества и качества запасов полезных ископаемых и степени их изученности;

– определение эффективности освоения месторождения путем проведения его геолого-экономической оценки.

**Главными задачами разведки месторождений являются определение: количества, качества и условий залегания** полезного ископаемого, что позволяет оценить в основном промышленное значение разведываемого месторождения. Для окончательной промышленной оценки месторождения необходимо выяснить *горно-геологические и географо-экономические условия* месторождения.

- **Количество** полезного ископаемого зависит от размеров тел полезных ископаемых и определяет масштабы месторождений по запасам.
- **Качество** полезного ископаемого определяется минеральным и химическим составом руд, а также их технологическими свойствами. По различным качественным показателям выделяются природные типы и промышленные сорта руд.
- **Под условиями залегания** полезного ископаемого понимаются структурное положение и морфология рудных тел.

- **Горно-геологические условия** месторождения определяются физико-механическими свойствами вмещающих пород и руд, обводненностью месторождения и глубиной залегания.
- **Географо-экономические условия** характеризуются расположением месторождения, возможностями водоснабжения, наличием энергетических ресурсов, транспортных дорог, строительных материалов и др.
- **Результатом разведочных работ является информация** о геолого-промышленных параметрах месторождения, от достоверности и полноты которой зависят эффективность промышленного освоения месторождения, проектирование и строительство горнорудного предприятия.

**В процессе геологической разведки, находят решение следующие вопросы:**

1. Определение формы и размера промышленной части месторождения для оценки количества полезного ископаемого. Геометризация тел полезных ископаемых в недрах производится на основе изучения геологического строения участка месторождения, его структурных особенностей, условий локализации тел, их взаимоотношений с вмещающими породами.

2. Установление качественно-технологической характеристики полезного ископаемого. Качество полезного ископаемого неотделимо от количества, поскольку в контуры промышленных участков включаются лишь те части месторождения, которые отвечают промышленным требованиям; иными словами, форма залежей в известной степени определяется их качеством.

3. Выявление природных факторов, определяющих условия эксплуатации: характер залегания и мощность тел, глубину залегания и мощность вскрыши (если предусматривается открытая разработка), твердость и трещиноватость руд, состав и физико-механические свойства вмещающих пород, обводненность месторождения и другие факторы, имеющие значение при производстве добычных работ.

4. Определение соответствия всех параметров месторождения современным геолого-экономическим требованиям промышленности.

С этой целью проводится анализ выявленных в процессе разведки геологических, горнотехнических и технологических факторов, на основе которого определяется способ разработки месторождения, параметры будущего горнорудного предприятия, экономический эффект от разработки месторождения.

**Основными принципами разведки месторождений являются:**

- принцип полноты исследований,
- принцип последовательных приближений,
- принцип равной достоверности,
- принцип минимальных материальных и трудовых затрат,

- принцип наименьших затрат времени.

**Принцип полноты исследований** заключается в необходимости изучения с определенной детальностью всего месторождения.

**Принцип последовательных приближений** предусматривает постепенное получение необходимых сведений о месторождении.

**Принцип равной достоверности или равномерности** заключается в необходимости равнодостоверного изучения месторождения.

**Принцип минимальных материальных затрат** означает, что объемы геологоразведочных работ должны быть минимальными, но достаточными для выполнения основных задач разведки месторождения.

**Принцип наименьших затрат времени** предусматривает проводить разведку месторождения в кратчайшие сроки. Этот принцип имеет важное экономическое значение. Сокращение сроков разведки позволяет раньше начать эксплуатацию месторождения и получить прибыль от вложенных средств на разведку.

## **5-лекция. Кондиции на минеральное сырье и их влияние на запасы и качество. Назначение кондиций**

**Объект ГРР.** С того момента, как минерализованные участки недр становятся объектами геологоразведочных работ, возникает необходимость их изучения и оценки не только как природных геологических образований, но и как полезных ископаемых — потенциальных источников минерального сырья для удовлетворения потребностей народного хозяйства. В процессе геолого-экономической оценки природных минеральных скоплений они рассматриваются не только как творения природы, но и как продукты общественного труда, поскольку их выявление и оценка требуют больших или меньших трудовых и материальных затрат.

**Минеральное сырье.** Вследствие специфических особенностей недр, как объектов исследований, труд геологов не всегда приводит к желаемому конечному результату. Однако по завершении полного комплекса геологоразведочных работ на промышленно-ценных объектах он получает материальную оценку, овеществляясь в разведанных и оцененных запасах полезного ископаемого.

При передаче горнодобывающим отраслям разведанные запасы полезных ископаемых становятся предметами их труда; после добычи из недр они считаются минеральным сырьем, удовлетворяющим потребности общества.

**Кондиции** – это совокупность экономически обоснованных предельных требований промышленности к качеству и количеству минерального сырья и горно-геологическим параметрам месторождения, при которых обеспечивается оптимальный для народного хозяйства вариант оконтуривания, подсчета запасов и разработки месторождения.

Любое месторождение, как правило, характеризуется большой изменчивостью условий и глубины залегания, мощности рудного тела и вскрышных пород, размеров нерудных прослоев и их пространственного положения, содержание полезных и вредных компонентов устойчивости руд и вмещающих пород, водопритоков и т.п.

В связи с этим для промышленности важно определить предельные значения горно-геологических параметров (кондиции), обеспечивающие экономическую целесообразность разработки месторождения и его отдельных частей при современном состоянии технологии добычи и обогащения руд (балансовые запасы) и с учетом перспектив их изменения в будущем (забалансовые запасы).

*Обоснование кондиций* представляет собой творческую исследовательскую работу, которая заключается в выявлении закономерных связей различных геолого-промышленных и технико-экономических параметров, выборе наиболее оптимального варианта оконтуривания и эксплуатации месторождения, обеспечивающего полноту, комплексность использования и охрану недр, а также наиболее высокий экономический эффект при эксплуатации.

**Временные кондиции.** Кондиции разрабатываются в соответствии с едиными принципами подсчета и учета запасов полезных ископаемых и инструкции ГКЗ. Выше уже отмечалось, что кондиции, как и цены, - категория временная. Но одно и то же месторождение они составляются неоднократно. Первый раз кондиции разрабатываются после предварительной разведки месторождения и называются временными. Назначение этих кондиций – оперативный подсчет запасов, составления ТЭДа и обоснование детальной разведки месторождения.

**Постоянные кондиции.** Следующие кондиции готовятся по материалам детальной разведки головными проектными организациями совместно с геологическими организациями, ведущими разведку месторождений. Кондиции утверждают ГКЗ и называются постоянными.

Постоянные кондиции используются для оконтуривания, подсчета и утверждения в ГКЗ запасов минерального сырья; геолого-экономической оценки подсчитанных запасов; ведения дальнейших геологоразведочных работ на месторождении; составления проектов горнодобывающих предприятий; планирования проведения добычи; контроля выполнения правил по охране недр.

**Пересмотр кондиций.** В процессе проектирования горнодобывающих предприятий могут быть уточнены или выявлены новые факторы, влияющие на условия и экономику добычи минерального сырья. В связи с этим возникает необходимость пересмотра кондиций и нового их утверждения в ГКЗ.

Основанием для пересмотра кондиций могут служить так же изменения цен на продукцию горнодобывающих предприятий, совершенствование технологий и удешевление добычи и переработки минерального сырья, существенное изменение представлений об условиях залегания, морфологии

рудных тел, запасов и качестве минерального сырья при доразведки месторождения.

*Реальную промышленную ценность* часто может представлять не все месторождение в геологических границах, а лишь некоторая его часть, по качественным характеристикам сырья и условиям залегания полезного ископаемого пригодная для рентабельной эксплуатации.

Месторождения металлических руд, химического сырья или ценных технических минералов вообще часто не имеют геологических границ и характеризуются постепенным снижением содержания компонентов от центра к периферии. При этом всегда существует некоторый нижний предел содержания ценного компонента, при котором его извлекаемая ценность оказывается меньше затрат на добычу и переработку единицы горной массы. Соответственно, это значение содержания определяет экономическую границу месторождения в недрах.

*Экономическая граница.* Такая экономическая граница может определяться не только содержанием ценного компонента, но и другими качественными характеристиками сырья или условиями эксплуатации, например – минимальной мощностью залежи (пласта), максимальным коэффициентом вскрыши при открытых работах и т.п.

Требования к качеству сырья и горнотехническим условиям эксплуатации месторождений, установленные в виде конкретных значений некоторых лимитных показателей и служащие для разделения запасов в недрах на промышленную и непромышленную части, носят название кондиций.

В настоящее время принято различать эксплуатационные и разведочные кондиции, с подразделением последних на постоянные и временные.

*Временные кондиции* разрабатываются по материалам промежуточных стадий разведки месторождения и используются для предварительной оценки его масштабов, обоснования экономической значимости и определения целесообразности инвестирования в его дальнейшее изучение.

*Постоянные кондиции* разрабатываются по материалам завершённых геологоразведочных работ и имеют целью определение экономической эффективности его промышленного освоения и целесообразности инвестирования в создание добывающего предприятия.

Разработка кондиций осуществляется путем составления специального документа – *технико-экономического обоснования (ТЭО)* кондиций.

ТЭО разведочных кондиций должны содержать геологическое, горнотехническое, технологическое, экологическое и экономическое обоснования, разрабатываемые на необходимом уровне достоверности, обеспечивающие в совокупности объективную оценку экономической значимости месторождения и принятия обоснованного решения относительно целесообразности и эффективности инвестиций.

ТЭО кондиций подлежат государственной экспертизе. Конкретные требования к содержанию и оформлению материалов ТЭО кондиций

устанавливаются специальными документами Комитета по геологии и недропользованию РК.

**Разведочные кондиции** разрабатываются исходя из оптимизации экономического эффекта освоения месторождения в целом. В процессе освоения у недропользователя обычно возникает необходимость адаптации усредненных параметров разведочных кондиций к конкретным геологически или технологически обособленным участкам месторождений. С целью такой адаптации разрабатываются эксплуатационные кондиции.

**Эксплуатационные кондиции** могут обосновывать новые, отличные от временных и постоянных кондиций, требования к качеству и условиям отработки конкретных участков или технологических выемочных единиц недр, обеспечивающие минимально необходимую прибыльность их отработки. ТЭО эксплуатационных кондиций, как правило, разрабатывается на ограниченный срок, соответствующий запасам полезного ископаемого, заключенным в намеченных на этот период к отработке технологически обособленных частях месторождения. При этом должна быть обеспечена сохранность в недрах запасов, временно не вовлекаемых в отработку.

Параметры эксплуатационных кондиций, по сравнению с параметрами предыдущих, могут быть дифференцированы с учетом полученных в процессе доразведки и эксплуатации уточненных данных об особенностях залегания, крепости и устойчивости пород и руд, гидрогеологических условий месторождений и их участков и технологических свойств сырья, влияющих на уровень эксплуатационных затрат.

Эксплуатационные кондиции разрабатываются на основе проекта отработки месторождения с учетом конкретных планов развития горных пород, графиков ежегодного объема добычи, уточненных величин капитальных и эксплуатационных затрат, уточненной схемы и показателей процесса переработки сырья в конечный продукт. Эксплуатационными кондициями должны также учитываться изменения цен на реализуемую конечную продукцию.

Кондиции должны иметь и геологическое, и технико-экономическое обоснование. Геологическим обоснованием служит исчерпывающая характеристика масштаба, условий залегания, внутреннего строения, изменчивости и изученности месторождения, его горнотехнических и гидрогеологических условий разработки, пространственного положения, качества руд, их типов, пространственного положения и т.д. Недопустимо недостаточное освещение таких деталей, которые оказывают влияния на условия, технику, технологию и экономику добычи.

**Геологическое обоснование** должно включать в качестве обязательной составной части анализ зависимости морфологий и масштаба рудных тел, а также качества руд от изменения основных геолого-промышленных параметров (мощности рудного тела и безрудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, бортового содержания полезных компонентов, мощности вскрышных пород, коэффициента рудоносности и т.п.). Другими словами, в геологическом обосновании необходимо предусмотреть возможные

варианты кондиций и в соответствии с ними выполнить оконтуривание, подсчет запасов и дать качественную характеристику минерального сырья.

**Технико-экономическое обоснование.** Такой анализ, еще не всегда применяемый в практике работ, помогает полнее раскрыть особенности месторождения, точнее выбрать оптимальный вариант кондиций и соответственно эксплуатации месторождения. Именно в таком анализе заключается особенность, сложность и нередко большая трудоемкость геологического обоснования кондиций.

Технико-экономическое обоснование кондиций проводится проводится на основе проектирования горно-обогатительного предприятия и определение технико-экономических показателей эксплуатации месторождения по вариантам геолого-промышленных параметров. Обоснованием кондиции служит вариант, обеспечивающий наиболее полное удовлетворение потребностей промышленности в минеральном сырье, комплексное использование, минимальные потери и затраты на его производство.

Таким образом, главным смыслом технико-экономического обоснования является проектирование рудника и установление в процессе его оптимального варианта геолого-промышленных параметров, обеспечивающих максимальное производство минерального сырья, минимальные потери и ущерб для окружающей среды, минимальные капитальные вложения и затраты на его производство.

**Варианты кондиций.** Некоторые варианты как явно нецелесообразные отпадают уже в процессе геологического обоснования либо при расчете отдельных технико-экономических показателей. Например, при равных или почти равных потерях и годовом производстве минерального сырья предпочтение отдается варианту с минимальными капитальными вложениями и себестоимостью сырья либо с наиболее благоприятным сочетанием двух последних показателей.

**Метод аналогии.** В настоящее время, когда отечественная промышленность обладает огромным опытом проектирования горнорудных предприятий, при технико-экономическом обосновании кондиций широко используется метод аналогии с целью выбора того или другого технологического режима добычи или обогащения. Так же широко используется типовые расчеты расхода электроэнергии, воды, материалов, отдельных звеньев горно-обогатительного производства.

**Связь ГО и ТЭО.** Вышеизложенное показывает, что геологическое обоснование, особенно в части анализа вариантов геолого-промышленных параметров, должно находиться в тесной связи с технико-экономическим обоснованием. По существу и то и другое должно проводится одновременно или корректироваться по мере завершения обоснования кондиций в целом. Это лишний раз подтверждает известное положение о необходимости совместного участия в составлении кондиций геологов, ведущий разведку месторождения, и проектной организации, ответственной за будущее горнорудное предприятие. Чем глубже, полнее и разносторонне будет

сотрудничество между геологическими и проектными организациями в период обоснования кондиций, тем меньше будет просчетов при проектировании, строительстве и функционировании рудников, выше эффективность геологического и горного производства.

*Необходимые показатели:*

- При технико-экономическом обосновании кондиций требуется определение следующих показателей:
- способа и системы разработки месторождения;
- годовой мощности предприятия;
- капитальных затрат;
- себестоимости продукции горнорудных предприятий;
- ценности 1 т руды и месторождения;
- рентабельности разработки месторождения и эффективности капитальных вложений.
- По совокупности указанных показателей выбирают оптимальный вариант кондиций для подсчета запасов и эксплуатации месторождения.

Знание методики определения этих показателей помогает геологам делать надежную геолого-экономическую оценку любого скопления в недрах минерального сырья на любой стадии его изучения, что дает возможность обоснованно планировать направление и темпы геологоразведочных работ. Кроме того, это повышает качество геологоразведочных работ, их целенаправленность, а все вместе непосредственно оказывает влияние на рост эффективности геологоразведочного и горного дела.

К числу основных видов показателей кондиций для рудного и нерудного сырья относятся:

- бортовое и минимальное промышленное содержание ценного компонента;
- минимальный метропроцент;
- минимальная выемочная (рабочая) мощность тела (пласта) полезного ископаемого;
- предельный коэффициент вскрыши;
- максимальная мощность прослоев пустых пород;
- максимальное содержание вредных примесей.

Встречаются случаи, когда в качестве лимитных показателей устанавливаются также минимальный коэффициент рудоносности, минимальный запас в обособленной залежи полезного ископаемого и др.

**Бортовое содержание** (за рубежом cut off grade – «отрезающее» содержание) – это минимальное содержание компонента (или суммы ценных компонентов в пересчете на условный компонент), при котором элементарный объем недр может быть отнесен к контуру промышленных запасов. Так как при разведке и подсчете запасов месторождений в качестве элементарных объемов недр обычно выступают объемы (блоки),

характеризуемые единичными пробами, бортовое содержание часто определяют как минимальное содержание в единичной пробе, при котором эта проба (а точнее – характеризуемый ею элементарный блок) может относиться к контуру промышленных запасов.

Для оконтуривания промышленно ценных объемов недр в практике геологоразведочных работ используются три наиболее распространенных способа.

По геологическим границам полезного ископаемого — по контактам рудовмещающих пород, тектоническим нарушениям, ограничивающим рудоносные объемы недр, границам метасоматически измененных пород или по совокупности других геологических, геохимических и геофизических данных.

По горно-технологическим условиям — по границам проектируемого карьера с учетом его предельной глубины и контурного модуля, расположению и размерам проектируемых горно-эксплуатационных единиц эксплуатационных блоков, панелей, лав, горизонтов и др.

По заданному минимальному содержанию полезного компонента в пробах или других элементарных объемах.

В отечественной геолого-экономической литературе и практике оценки месторождений принято различать бортовое и минимальное промышленное содержания. В качестве последнего обычно рассматривают минимальное содержание в некотором относительно крупном блоке, охарактеризованном совокупностью проб. При этом считается, что значение минимального промышленного содержания должно обосновываться экономически и отвечать соотношению:

$$\text{ИЦ} = \text{ПЗ}$$

- где **ИЦ** – извлекаемая ценность полезного компонента в блоке;

**ПЗ** – предстоящие затраты на добычу и переработку заключенного в блоке сырья.

В то же время для бортового содержания подобное экономическое обоснование не считается обязательным, а его значение рекомендуется принимать от равного минимальному промышленному до равного содержанию в хвостах переработки и подбирать методом вариантов так, чтобы обеспечить оптимизацию освоения месторождения в целом.

В действительности в рыночных условиях любой лимит, служащий для выделения части запасов определенного экономического значения, обязательно должен иметь экономический смысл, поэтому установление бортового содержания на уровне «содержания в хвостах» заведомо неприемлемо. С экономической точки зрения разница между бортовым содержанием (т.е. содержанием в элементарном блоке) и минимальным промышленным (в блоке большого размера) заключается лишь в величине предстоящих затрат, которые для блоков разного размера будут различны.

Так, затраты на извлечение продукции из элементарного блока, в качестве которого рассматривается заходка в очистном пространстве

действующего эксплуатационного блока, будут слагаться из затрат на бурение шпуров, взрывание, погрузку отбитой массы, выдачу ее на поверхность, транспортировку до фабрики и переработку. Однако если в качестве элементарного рассматривать весь эксплуатационный блок, в затраты дополнительно следует включить стоимость его нарезки и подготовки. Для эксплуатационного этажа придется прибавлять расходы на проходку всех соответствующих подготовительных и капитальных горных выработок, а для месторождения в целом – все затраты на строительство горнодобывающего комплекса.

При этом общая формула для экономического расчета минимального допустимого содержания  $C_{\min}$  в блоке любого размера будет:

$$C_{\min} = Z / (C K_n (1-p))$$

где  $Z$  – предстоящие затраты на получение единицы готовой продукции (металла, концентрата и др.) из блока данного размера;

$C$  – цена реализации единицы готовой продукции;  $p$  – разубоживание при добыче;

$K_n$  – коэффициент извлечения при переработке.

Однако практическое использование этой формулы применительно к бортовому содержанию возможно только в случаях, когда очевидно, что предстоящие затраты на выемку элементарного блока постоянны и от принимаемого значения бортового содержания не зависят. Такая ситуация может возникнуть, если изменения морфологии и размеров тел полезных ископаемых, связанные с вариациями значений бортовых содержаний, не влияют на систему отработки и способ выемки. Чаще всего это имеет место на месторождениях с крупными телами, сплошность (монолитность) которых в анализируемом диапазоне значений бортовых содержаний остается неизменной, а размеры меняются не слишком сильно.

Если же *изменение значения бортового содержания* ведет к нарушению сплошности или к сильным вариациям размеров тел, для вариантов их оконтуривания при разных бортовых содержаниях могут потребоваться разные системы отработки или технологии выемки, что обусловит неодинаковую величину предстоящих затрат и сделает аналитический расчет бортового содержания невозможным. В таких случаях значение бортового содержания находят методом вариантов, оконтуривая месторождение по нескольким его значениям и просчитывая для них фактические затраты и итоговые экономические показатели освоения, по оптимальным значениям которых и выбирается лучший вариант и соответствующее ему значение бортового содержания.

Практически важно различать два основных случая установления *лимитного содержания* для оконтуривания запасов. В первом из них особенности объекта определяют необходимость выемки всей мощности залежи в ее геологических границах, независимо от распределения ценного компонента. Задача оконтуривания сводится при этом к определению

внешних экономических границ отработки в плоскости залежи. Подобное положение имеет место при отработке россыпей или жил с четкими границами.

Оконтуривающий лимит в этом случае определяется на полное пересечение рудного тела. Во втором случае границы рудного тела по мощности могут быть установлены только по некоторому лимитному содержанию на контуре, и подлежащая выемке мощность залежи является функцией этого лимита. Оконтуривающий лимит при этом устанавливается на единичную пробу.

Если границы полезного ископаемого по мощности тела определены геологически или по выбранному бортовому содержанию, то целесообразность выемки некоторого блока в плоскости этого тела в условиях определенной системы отработки может быть оценена по аналитически рассчитанному лимиту. Однако в качестве такого лимита при изменчивой мощности придется принимать уже не содержание, а элементарный запас ценного компонента, т.е. *метропроцент*.

В некоторых случаях оконтуривание месторождений целесообразно выполнять с использованием двух оконтуривающих лимитов: бортового содержания в пробе для оконтуривания по мощности и бортового метропроцента в пересечении (оконтуривающей выработке) для оконтуривания в продольной плоскости. Значение последнего определяется произведением расчетного минимума содержания на минимальную рабочую мощность.

Если тело имеет четкие геологические границы (россыпи, разрабатываемые драгой на полную мощность рыхлых отложений – от поверхности до плотика, а также жилы с четкими контактами), метропроцент (метрограмм) на полное пересечение становится единственным оконтуривающим показателем.

При отсутствии геологических границ бортовое содержание по мощности обычно оказывается несколько меньшим лимитного содержания, принимаемого для расчета метропроцента для оконтуривания в продольной плоскости, однако их значения могут и совпадать.

***Минимальная выемочная (рабочая) мощность полезного ископаемого*** представляет собой минимальную мощность слоя, извлечение которого из недр технически осуществимо при выбранной технологии добычи.

При технологиях, когда в очистное пространство необходимо только проникновение рабочего с инструментом, эта мощность определяется требованиями безопасности и обычно составляет для крутопадающих тел 0,7 м, а для пологопадающих – 1,0 м.

При технологиях, когда в очистное пространство необходимо проникновение того или иного механизма, эта мощность определяется его габаритами. При выемке крутопадающих угольных пластов комбайнами она может быть очень малой (0,5-0,2 м). При выемке относительно крепких руд с применением в очистном пространстве погрузочно-доставочных машин эта мощность определяется их габаритами и обычно составляет 3 м. и более.

В случае отработки тонких жил и пластов с высоким содержанием компонента экономическая целесообразность выемки их участков с мощностью, меньшей минимальной, оценивается с помощью показателя метропроцента.

**Максимальная мощность прослоев пустых пород** внутри тел полезного ископаемого лимитируется условиями с позиций технической возможности селективной выемки участков полезного ископаемого, разделенных этим прослоем. Если фактическая мощность прослоя меньше установленной максимальной, он неизбежно будет отработан вместе с полезным ископаемым, что повлияет на разубоживание добытой массы, каковое должно быть учтено при подсчетах.

Значение максимальной мощности прослоев определяется системами отработки и устойчивостью пород и руд. При устойчивых породах и рудах и при предельно-селективных низко производительных системах отработки это значение может быть установлено в 1,0 м, при высокопроизводительных системах с ограниченными возможностями забойной селекции – 2,0-3,0 м, а в карьерах – до 5 м. При массовых системах выемки, исключая забойную селекцию (камерные системы с отбойкой скважинами, отбойка с поуступным взрыванием на карьерах и т.п.) мощность прослоев может устанавливаться до 10 м и более или даже вообще не лимитироваться, поскольку порода любых прослоев оказывается практически не извлекаемой и должна учитываться разубоживанием.

**Предельный коэффициент вскрыши** устанавливается для оконтуривания участков, подлежащих открытой добыче. Лимитное значение такого коэффициента оценивается из выражения:

$$K = (Z_{п} - Z_{о}) / Z_{вс},$$

где  $Z_{п}$  и  $Z_{о}$  – себестоимость добычи 1 т руды подземным и открытым способами;

$Z_{вс}$  – себестоимость извлечения 1 т (1 м<sup>3</sup>) вскрышных пород.

**Предельное содержание вредных примесей** в качестве показателя кондиций устанавливается только в следующих случаях:

- содержание вредных примесей больше предельного исключает возможность получения из сырья товарной продукции заданного сорта;
- распределение вредных примесей на месторождении неравномерное и возможно оконтуривание в пространстве сортов и типов сырья, различающихся по их содержанию.

Как правило, содержание вредных примесей выступает в качестве кондиционного показателя на месторождениях сырьевых материалов технического назначения (керамическое, цементное сырье и др.). Встречаются ситуации, когда примесь какого-либо компонента, не влияя на потребительские свойства конечной продукции, определяет необходимость различной технологии переработки сырья и требует оконтуривания в недрах запасов, соответствующих различным технологическим сортам.

## **6-лекция. Группировка месторождений и подготовленность их к промышленному освоению**

*Наличие утвержденных запасов в ГКЗ.* Составленные проекты и выделение капитальных вложений на строительство новых и реконструкцию действующих горнорудных предприятий производится только при наличии утвержденных ГКЗ (в соответствующих случаях ТКЗ) балансовых запасов по категориям А, В и С<sub>1</sub>. По сложности строения все месторождения разделены на три группы. Для каждой из них требуется определенное соотношение запасов различных категорий.

### ***Группировка месторождений по сложности геологического строения для целей разведки***

Необходимая и достаточная степень разведанности запасов твердых полезных ископаемых определяется в зависимости от сложности геологического строения месторождения, которые подразделяются по данному признаку на следующие группы:

**1-группа.** Месторождения простого геологического строения, преобладающая часть запасов (более 70%) которых содержится в телах полезного ископаемого с ненарушенным или слабонарушенным залеганием, выдержанными мощностью, внутренним строением и качеством полезного ископаемого с равномерным распределением в них основных полезных компонентов.

Особенности строения месторождений (участков) определяют возможность выявления в процессе разведки запасов категорий А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>.

Для месторождений этой группы не менее 30% запасов должно быть разведано по категориям А и В, в том числе по категории А не менее 10%.

К этой группе относят крупные пластообразные месторождения железа, марганца, бокситов, меди, никеля, полиметаллов; крупные штокверки медных, вольфрамовых и молибденовых руд; пластообразные тела апатит-нефелиновых руд, фосфоритов, калийных и поваренной солей известняков.

**2-группа.** Месторождения сложного геологического строения, преобладающая часть запасов (более 70%) которых характеризуются изменчивыми мощностью и внутренним строением тел полезного ископаемого или нарушенным их залеганием, неравномерным распределением основных полезных компонентов.

Особенности строения месторождений (участков) определяют возможность выявления в процессе разведки запасов категорий В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>. Выявление запасов категории А в процессе разведки на месторождениях данной группы не целесообразно. Должно быть разведано не менее 20% запасов категории В.

Примеры месторождений: пласто- или линзообразные залежи сложного строения железа, марганца, никеля, меди, полиметаллов; сложные штокверки вольфрама, оруденелые зоны и жилы Cu, Ni, Sn, Au.

**3-группа.** Месторождения очень и весьма сложного геологического строения, основная часть запасов (более 70%) которых характеризуются резкой изменчивостью мощности и внутреннего строения, или интенсивно нарушенным залеганием тел полезного ископаемого и весьма неравномерным распределением основных полезных компонентов. Запасы месторождений этой группы разведуются в основном по категориям  $C_1$  и  $C_2$ .

К этой группе относятся месторождения очень сложного геологического строения с рудными телами представленными средними по размерам жилами, штокверками, минерализованными зонами небольшой мощности с неравномерным распределением: Sn, Au, W, Mo.

Для месторождений угля устанавливается иное соотношение категорий запасов. Для 1-й группы сумма запасов категорий А и В должна составлять не менее 50%, а для коксующихся углей 60%, причем запасы категории А соответственно 20% и 30%. Для месторождений угля 2-й группы запасы категории В должны составлять не менее 50%.

Не следует понимать, что целесообразно выявление запасов высоких категорий больше указанных пределов. Значительное превышение указанных цифр для запасов высоких категорий, как правило, свидетельствует о переразведке месторождения, неоправданном перерасходе средств.

Надо отчетливо представлять, что перевод запасов из низких категорий в высокие проводится систематически в процессе эксплуатации месторождения, причем с гораздо меньшими затратами времени и средств. Запасы категорий А и В подготавливаются на участках первоочередной разработки с тем, чтобы гарантировать надежные данные период работы рудника.

Регламентируемое ГКЗ соотношение различных категорий запасов не может считаться идеальным. Главный недостаток этих соотношений заключается в том, что в них не учитывается годовая производительность горнорудного предприятия, общая потребность запасов всех категорий на полный срок работы рудника, срок обеспеченности запасами высоких категорий. Вследствие этого на одних месторождениях запасы категорий А и В обеспечивают работу рудника на два-три года, на других – на 15-25 лет.

#### *Группы месторождений по степени изученности*

Месторождения полезных ископаемых по степени изученности подразделяются на:

- оцененные,
- разведанные и
- эксплуатируемые.

К *оцененным* относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены в степени, позволяющей обосновать целесообразность дальнейшей разведки месторождения.

*Оцененные месторождения* по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

1) обеспечивается возможность квалификации всех или большей части запасов по категории С<sub>2</sub>;

2) вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого оценены с полнотой, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого;

3) гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели;

4) рассмотрено и оценено возможное влияние отработки месторождения на окружающую среду;

5) подсчётные параметры кондиций установлены на основании укрупненных технико-экономических расчетов или приняты по аналогии с месторождениями, находящимися в сходных географических и горно-геологических условиях;

6) экономические показатели разработки месторождения определены с точностью и надёжностью, достаточной для принятия решения о целесообразности финансирования работ по разведке месторождения.

*К разведанным* относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования решения о порядке и условиях их вовлечения в промышленное освоение, а также о проектировании строительства или реконструкции на их базе горнодобывающего предприятия.

*Разведанные месторождения* по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

1) запасы полезных ископаемых подсчитаны по категориям, обеспечивающим проектирование строительства или реконструкции горнодобывающего предприятия;

2) вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением полезных компонентов, имеющих промышленное значение и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения;

3) запасы других, совместно залегающих полезных ископаемых, включая породы вскрыши и подземные воды, с содержащимися в них компонентами, отнесёнными на основании кондиций к балансовым, изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения с

учетом требований природоохранительного законодательства и безопасности горных работ;

5) достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого, количестве и качестве запасов, подтвержденных на представительных для всего месторождения участках детализации или опытной добычи, размер и положение которых определяются в каждом конкретном случае в зависимости от геологических особенностей месторождения;

6) рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду и даны рекомендации по предотвращению или снижению прогнозируемого уровня отрицательных экологических последствий;

7) подсчетные параметры кондиций установлены на основании детальных технико-экономических расчетов, позволяющих определить масштабы и промышленную значимость месторождения с необходимой степенью достоверности;

8) экономические показатели разработки месторождения определены с точностью и надежностью, достаточной для принятия решения о целесообразности финансирования работ по освоению месторождения.

К эксплуатируемым относятся месторождения, вовлеченные или вовлекаемые в промышленное освоение и отвечающие по степени изученности следующим требованиям:

1) запасы полезных ископаемых подсчитаны по категориям, обеспечивающим ведение добычных работ, а их достоверность подтверждена опытом эксплуатации;

2) технологические показатели переработки типов и сортов полезного ископаемого установлены в промышленных условиях, определены направления использования и способы складирования или захоронения отходов производства;

3) определены объемы, направления использования или утилизации пород вскрыши, дренажных и сточных вод;

4) гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-геологические и другие природные условия установлены в ходе горно-подготовительных и добычных работ;

5) определены влияние разработки месторождения на окружающую среду и меры по предотвращению или снижению уровней отрицательных экологических последствий;

6) установлено соответствие кондиций, принятых при подсчёте запасов, особенностям геологического строения месторождения, техническим, экономическим, и другим условиям разработки месторождения;

7) экономические показатели разработки месторождения подтверждены в ходе его эксплуатации.

Рациональное соотношение запасов различных категорий на эксплуатируемых, разведанных и оцененных месторождениях определяется

недропользователем, исходя из конкретных геологических особенностей месторождения, условий финансирования разведки, строительства горнодобывающего предприятия и эксплуатации месторождения.

**Подготовленность месторождения к промышленному освоению** определяется не только соотношением различных категорий запасов. Необходимо, чтобы высокие категории запасов располагались на первоочередных для эксплуатации участках, а не на флангах месторождения или на большой глубине, где добычные работы могут быть организованы лишь в перспективе. Геологоразведочные организации еще нередко допускают подобные ошибки. Например, на Удоканском месторождении меди разведаны запасы категорий В+С<sub>1</sub>.

Месторождение предполагалось разрабатывать открытым способом, а запасы категории В разведаны на масштабы месторождения по площади и на глубину, т.е. кроме запасов категории А, В и С<sub>1</sub> следует оценивать запасы категории С<sub>2</sub> и прогнозные. Такая оценка позволяет предотвратить расположение на рудных участках отвалов, хранилищ для хвостов, производственных и бытовых зданий и сооружений, подъезных путей, а также точнее наметить контуры карьеров, места заложения и глубину шахт, учесть возможности предприятия в перспективе.

Одним из важнейших условий подготовленности месторождения к промышленному освоению является достаточная изученность технологических свойств руды. При этом следует учитывать, что независимо от группы месторождения качество руд и их технологические свойства должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей составление технического проекта переработки руд. Такие же требования предъявляются и к степени изученности горнотехнических и гидрогеологических условий разработки месторождения.

Другими словами, если на стадии детальной разведки по месторождениям III группы выявляются запасы руды категории С<sub>1</sub>, то качество сырья, технологические свойства, а так же условия разработки месторождения должны быть изучены с той же детальностью, что и запасы руд категории А и В на месторождениях I и II групп.

## **7-лекция. Классификация запасов полезных ископаемых**

*Классификация запасов по степени их изученности.* В соответствии с законодательством Республики Казахстан все работы по геологическому изучению недр подлежат государственной регистрации и учету в целях максимального обобщения и использования полученных результатов.

Разведанные и подсчитанные запасы всех видов полезных ископаемых (за исключением месторождений строительных материалов и минерального сырья местного значения) подлежат рассмотрению и утверждению в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых Республики Казахстан (ГКЗ РК), а строительные материалы и местное минеральное

сырьё - в территориальных комиссиях по запасам полезных ископаемых (ТКЗ).

Выявленные запасы подразделяются по степени их изученности на *разведанные - категории А, В и С<sub>1</sub>* и *предварительно оцененные - категории С<sub>2</sub>*.

Прогнозные ресурсы по степени и обоснованности разделяются на **Р<sub>1</sub>** **Р<sub>2</sub>** и **Р<sub>3</sub>**.

Запасы полезных ископаемых подсчитываются и учитываются отдельно для каждого вида минерального сырья. В комплексных рудах, помимо главных компонентов, обязательному учету и подсчёту подлежат все промышленно-ценные сопутствующие компоненты, а также полезные вмещающие породы.

Запасы полезных ископаемых подсчитываются и учитываются по наличию их в недрах без вычета потерь при добыче, обогащении и переработке, а состав и свойства полезного ископаемого определяются в природном состоянии, независимо от возможного разубоживания при добыче.

Прогнозные ресурсы полезных ископаемых также оцениваются отдельно по каждому виду и для различных направлений их возможного промышленного использования.

**Степень разведанности запасов твердых полезных ископаемых определяется детальностью изучения:**

- условий залегания, формы и строение тел полезных ископаемых;
- закономерностей пространственного размещения и соотношений природных типов и технических сортов минерального сырья;
- закономерностей пространственного размещения участков пустых пород и некондиционных скоплений полезного ископаемого в контурах промышленных запасов;
- качества, технических свойств полезного ископаемого и природных факторов, определяющих условия ведения горно-эксплуатационных работ.

Для отнесения запасов к **категории А:**

Необходимо полное выяснение условий залегания, формы и строения тел полезного ископаемого, оконтуривание участков;

Необходимо также выделение и оконтуривание всех участков пустых пород и некондиционных минеральных скоплений;

Полное выяснение качества и технологических свойств всех типов и сортов минерального сырья и факторов, определяющих природные условия проведения горно-эксплуатационных работ.

Это означает, что в пределах каждого блока должны быть установлены все местные отклонения в условиях залегания и контурах тел полезных ископаемых, а при наличии разрывных нарушений - их положение и амплитуда смещения. При этом детальность выяснения морфологических особенностей и строения залежей должна обеспечивать только один,

единственно правильный вариант увязки разведочных данных по смежным горным выработкам и скважинам.

Изученность технологических свойств минерального сырья и горно-геологических условий эксплуатации месторождения должна обеспечивать получение всех необходимых данных для составления проекта разработки месторождения и технологической схемы переработки руд. Оценка и оконтуривание запасов категории А производится по предельно густой сети разведочных выработок только путем интерполяции данных между смежными пересечениями.

Для отнесения запасов к **категории В:**

Достаточно установить размеры, выяснить основные особенности условий залегания, формы и строения тел полезных ископаемых, основные закономерности пространственного размещения участков, сложенных полезными ископаемыми;

Должно быть установлено пространственное положение крупных участков пустых пород и некондиционных минеральных скоплений в контурах промышленной минерализации, оценить среднеблочные содержания полезных компонентов, основные технологические свойства минерального сырья и природные факторы, определяющие условия ведения горно-эксплуатационных работ.

Запасы категории В должны быть разведаны и изучены с детальностью, исключающей возможность существенного изменения представлений об условиях залегания тел полезных ископаемых, строения залежей и характере их взаимоотношений с вмещающими породами.

При наличии крупных разрывных нарушений следует установить их положение и амплитуды смещения, охарактеризовать возможную степень развития малоамплитудных нарушений.

Технологические свойства полезного ископаемого должны быть изучены в степени, необходимой для выбора принципиальной схемы переработки сырья, обеспечивающей рациональное и комплексное его использование с извлечением всех полезных компонентов, а горно-геологические условия - с полнотой, позволяющей качественно и количественно охарактеризовать, основные показатели, влияющие на вскрытие и разработку месторождения. Оценка и оконтуривание запасов, категории В проводятся по регулярной разведочной сети путем интерполяции разведочных данных между смежными пересечениями. При простом геологическом строении допускается незначительное распространение данных за пределы разведочного объема.

Для отнесения запасов **категории С<sub>1</sub>:**

Достаточно, чтобы условия залегания, форма и строение тел полезных ископаемых, пространственное расположение и соотношение участков, сложенных полезными ископаемыми различных природных типов и технологических сортов, расположение участков пустых пород, а также технологические свойства минерального сырья и горно-геологические

условия эксплуатации месторождения были выяснены только в общих чертах.

Это значит, что для характеристики морфологических особенностей залежей достаточно установить их средние размеры по падению и простиранию, характерные формы тел, основные особенности их залегания и строения, взаимоотношения с вмещающими геологическими структурами, средние значения мощностей и среднеблочных содержаний компонентов.

Оценивая участки или зоны, сложенные пустыми породами или некондиционными минеральными скоплениями, следует охарактеризовать изменчивость и возможную прерывистость тел полезных ископаемых.

Для оценки запасов *категории C<sub>1</sub>* не требуется оконтуривания безрудных участков и участков, сложенных полезными ископаемыми различных типов и сортов, достаточно только статистически оценить их количественные соотношения в общем контуре промышленной минерализации.

Технологические свойства минерального сырья должны быть охарактеризованы в степени, достаточной для обоснования промышленной ценности запасов, а горно-геологические условия – с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели.

Запасы *категории C<sub>1</sub>* оцениваются и оконтуриваются по данным регулярной сети разведочных горных выработок или скважин с ограниченной геологически обоснованной экстраполяцией разведочных данных.

Предварительно оцененные запасы *категории C<sub>2</sub>* характеризуются низкой степенью изученности. Их оценка дается по совокупности геологических наблюдений и геофизических данных, подтвержденных вскрытием и опробованием залежи полезного ископаемого в единичных разведочных пересечениях.

Качество и технологические свойства полезного ископаемого определяются по результатам исследований рядовых и лабораторных проб, либо оценены по аналогии с более детально изученными участками того же или другого подобного месторождения. Горно-геологические условия оцениваются по соседним разведанным участкам и по аналогии с известными в районе месторождениями.

Контуров запасов *категории C<sub>2</sub>* полезного ископаемого определяются приближенно в соответствии с требованиями кондиций, на основании опробования ограниченного количества скважин, горных выработок и естественных обнажений и путем обоснованной экстраполяции параметров, установленных при подсчете запасов более высоких категорий.

Прогнозные ресурсы *категории P<sub>1</sub>* учитывают возможность прироста запасов за счет расширения площадей распространения тел полезных ископаемых на разведанных и разведываемых месторождениях. Оценка ресурсов основывается на результатах геологических исследований площадей возможного распространения полезного ископаемого, а также на результатах одиночных скважин и геологической экстраполяции

структурных, литологических, стратиграфических и других особенностей, установленных на более изученной части месторождения.

Прогнозные ресурсы *категории P<sub>2</sub>* предполагают возможность обнаружения в бассейне, районе, рудном узле, рудном поле новых месторождений полезных ископаемых, предполагаемое наличие которых основывается на положительной оценке выявленных проявлений, а также геофизических и геохимических аномалий, природа и возможная перспективность которых установлена единичными выработками.

Прогнозные ресурсы *категории P<sub>3</sub>* учитывают лишь потенциальную возможность формирования и промышленной локализации месторождений того или иного полезного ископаемого на основании благоприятных стратиграфических, литологических, тектонических и других предпосылок. Оценка ресурсов этой категории производится по предположительным параметрам на основе аналогии с более изученными площадями.

**Группы запасов твердых полезных ископаемых по их экономическому значению:**

Запасы твёрдых полезных ископаемых и содержащихся в них полезных компонентов по их экономическому значению подразделяются на две группы, подлежащие раздельному подсчёту и учёту: *балансовые* и *забалансовые*.

**Балансовые** – это запасы, использование которых экономически целесообразно при существующей либо осваиваемой промышленностью прогрессивной технике и технологии добычи и переработки сырья с соблюдением требований по рациональному и комплексному использованию недр и охране окружающей среды.

**Балансовые запасы** подразделяются на две подгруппы: *активные (экономические)* и *пассивные (ограниченно экономические)*.

**Активные балансовые запасы** – это запасы, добыча которых целесообразна в условиях конкурентного рынка, т.е. средняя ценность ежегодно добываемого сырья достаточна, чтобы обеспечить необходимую отдачу от инвестиций.

**Пассивные балансовые запасы** – это запасы, которые не являются экономическими в условиях конкурентного рынка, но освоение их возможно при предоставлении правительством субсидий или других мер поддержки.

**Забалансовые (потенциально экономические)** – это запасы, использование которых согласно утвержденным кондициям в настоящее время экономически нецелесообразно или технически и технологически невозможно, но которые могут быть в дальнейшем переведены в балансовые.

**Забалансовые запасы** подсчитываются и учитываются в том случае, если в технико-экономическом обосновании кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем.

При подсчете забалансовых запасов производится их подразделение в зависимости от причин отнесения запасов к забалансовым (экономических, технологических, гидрогеологических или горнотехнических).

Балансовая принадлежность запасов месторождения устанавливается путём технико-экономического обоснования кондиций для подсчета запасов руды и полезных компонентов, утверждаемых государственным органом экспертизы недр.

## **8-лекция. Оконтуривание рудных тел для подсчета запасов. Исходные данные для подсчета запасов**

При Комитете геологии и недропользования функционирует Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых [ГКЗ], а при Территориальных управлениях - территориальные комиссии [ТКЗ], обязанные в соответствии с законом «О недрах» проводить Государственную экспертизу подсчета запасов всех видов минерального сырья.

При подсчете запасов преследуются следующие главные цели:

- 1) определение количества руды и полезного компонента в недрах;
- 2) определение качества руды в подсчитанных запасах;
- 3) определение степени надежности цифр подсчета запасов и степени изученности месторождения для решения вопроса о промышленном использовании запасов.

Достоверность подсчитываемых цифр запасов находится в прямой зависимости от полноты и качества проведённых работ. Даже при очень густой сети разведочных выработок приходится распространять полученные данные на объёмы, превышающие фактически опробованные в сотни, тысячи и даже миллионы раз.

Для подсчета запасов полезного ископаемого необходимо знать следующие основные параметры:

- $S$  – площадь Р.Т. или его части в  $m^2$ ;
- $m$  – средняя мощность тела П.И. в пределах площади подсчета запасов в м;
- $d$  – объемный вес руды в пределах контура подсчитываемых запасов;
- $C_{ср}$  – среднее содержание полезного компонента в пределах контура подсчитываемых запасов (в г/т или на  $m^3$ , или в %).

Запасы полезного ископаемого в недрах можно выразить в следующем виде:

$$Q = Smd$$

Запасы полезного компонента в недрах можно выразить в следующем виде:

$$P = SmdC_{cp}$$

**Запасы руды** в недрах обычно учитываются в тыс.т. или млн. т., запасы руды россыпных месторождений в тыс. м<sup>3</sup>.

**Запасы металла** учитываются в большинстве случаев в т. или тыс. т., кг.

### Основные подсчётные параметры.

#### **1. Определение объемной массы, площади и средней мощности.**

**Объёмная масса** - минерального сырья – это масса единицы объёма этого сырья в монолите, в природном состоянии с учётом пустот, пор, каверн и трещин.

В полевых условиях обычно делают так.

В процессе проходки горных выработок отбирают «целик» (валовую пробу). Отбитую горную массу взвешивают, а пространство из которого она взята замеряют и определяют объём. Это достаточно трудоёмкая операция.

В общем виде:

$$d=Q:V$$

где  $d$  – объёмный вес руды,  $Q$  – вес пробы;  $V$  – объём из которого взята проба.

Для того, чтобы определить ( $S$ ) необходимо произвести оконтуривание Р.Т., а прежде чем сделать оконтуривание площади Р.Т. следует определить среднее содержание полезного компонента в выработках и на разрезе.

#### **2. Определение средних содержаний полезных компонентов в выработках.**

**Средний арифметический** способ – наиболее простой и наименее трудоёмок.

$$C_{cp} = \sum C_i/n$$

где:  $C_{cp}$  – среднее содержание П.К.

$C_i$  – содержание П.К. по данным отдельных проб

$n$  – количество проб входящих в определение среднего содержания П.К.

Данным способом можно пользоваться когда длины проб одинаковы: 1 м либо 2 м и т.д., либо когда распределение П.К. весьма равномерное .

*Среднее взвешенное содержание* определяется более сложно. Взвешивание можно производить на опробованную мощность Р.Т., на длину влияния отдельных проб, на объёмный вес полезного ископаемого, на площадь влияния отдельных проб.

В практике Г.Р.Р. наиболее часто используют взвешивание на длины проб:

$$C_{\text{ср}} = \sum C_i \cdot L / \sum L$$

Этот способ применяют для вывода среднего при неравномерном и крайне неравномерном распределении полезного компонента в Р.Т., когда длины проб разнятся. Это наиболее универсальный способ.

### **3. Вопросы оконтуривания.**

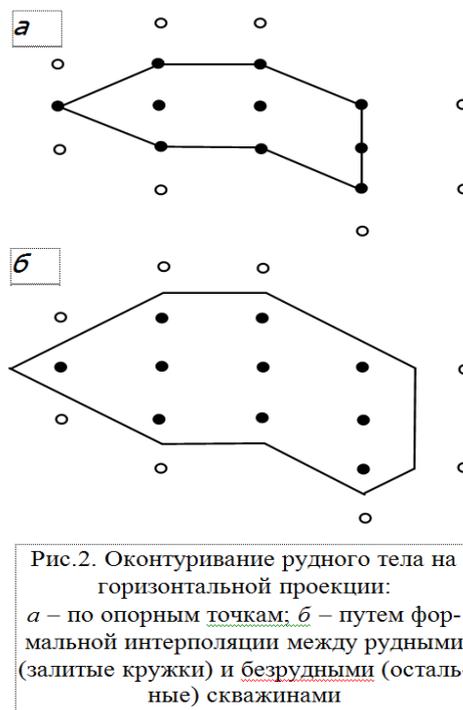
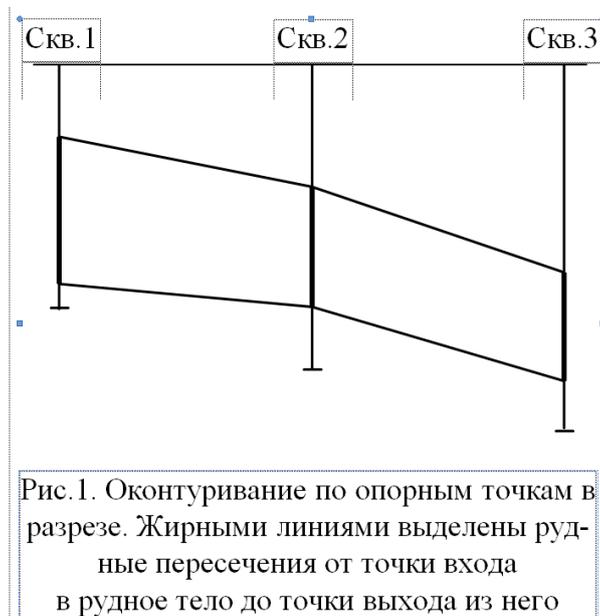
Оконтуривание запасов в недрах сводится к проведению общего промышленного контура, которым запасы полезного ископаемого ограничиваются от вмещающих пород.

Наиболее сложная и ответственная операция подсчета запасов – это ***оконтуривание рудных тел***. Перед оконтуриванием на графическую основу выносят все рудные пересечения, выделенные по данным опробования с учетом кондиций. При оконтуривании принято выделять промышленный (балансовый или рабочий), забалансовый и нулевой контуры рудных тел. В пределах балансовых и забалансовых руд выделяют контуры запасов по категориям и в пределах последних – контуры подсчетных блоков.

Существует несколько способов оконтуривания: *прямое прослеживание контуров*, *оконтуривание по опорным точкам*, *интерполяция* между разведочными выработками и *экстраполяция* за пределами разведочных выработок.

***Прямое прослеживание*** (картирование) контуров возможно в редких случаях, когда границы рудного тела четкие и они вскрыты в каком-нибудь сечении горными выработками.

Более широко распространено ***оконтуривание по опорным точкам***. Это либо точки входа в рудное тело и выхода из него, определяемые по результатам опробования (рис.21), либо пункты расположения кондиционных разведочных выработок на проекциях (рис.2,а). Опорные точки соединяют между собой прямолинейными отрезками, создавая замкнутый контур рудного тела.



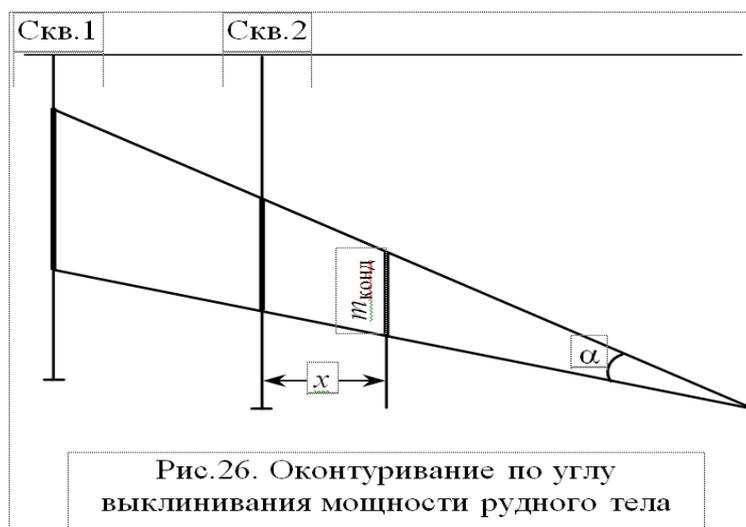
*Интерполяция* используется для проведения границ между выработками. Если одна из выработок пересекла руду, а другая – оказалась пустой, то положение границы находят путем формальной интерполяции на половину расстояния (рис.2, б).

При интерполяции должна учитываться геологическая и геофизическая информация. Например, граница рудного тела между выработками может быть проведена неформально по разрывному нарушению (рис.3), по литологическому или интрузивному контакту.

*Экстраполяция* применяется, когда необходимо провести контур за пределами разведочных выработок. Различают несколько вариантов экстраполяции: ограниченная, неограниченная и подвеска на глубину.

Ограниченная экстраполяция сходна с формальной интерполяцией. За пределами кондиционной выработки на расстоянии, равном шагу разведочной сети, мысленно намечается безрудная выработка и граница проводится посередине между кондиционной и безрудной выработками.

Разновидностью ограниченной экстраполяции является определение границы по углу выклинивания рудного тела (рис.26). Этот способ применяется, когда наблюдается устойчивое выклинивание рудного тела и можно довольно точно предсказать точки нулевого и рабочего контуров.



Неограниченная экстраполяция за пределами разведочных выработок применяется в основном при прогнозных построениях. Границы оруденения определяются не по разведочным выработкам, а по геологической или геохимической информации с учетом типа оруденения, по аналогии с ближайшими месторождениями и т.д.

Особый вид неограниченной экстраполяции – это подвеска запасов на глубину. Ее применяют на начальных стадиях разведки, когда изучен и описан выход рудного тела на поверхности. Предполагается, что в плоскости падения рудное тело в первом приближении имеет изометрическую форму, близкую к кругу, и эродировано наполовину.

Тогда протяженность рудного тела на поверхности может рассматриваться как диаметр круга  $d$ , а площадь оставшейся в недрах половины круга равна приблизительно  $\pi d^2/8$ , или в пересчете на эквивалентный по площади прямоугольник имеет протяженность по падению приблизительно  $H = 0,4d$ .

Исходя из этой гипотезы, протяженность рудного тела по падению принимается равной 0,3-0,4 от длины по простиранию. Но если имеются какие-либо геологические или геохимические данные об уровне эрозионного среза рудного тела, то это значение может быть уменьшено или увеличено.

Точность оконтурирования рудного тела снижается в порядке рассмотренных способов оконтурирования – от прямого прослеживания границ до интерполяции и экстраполяции, что учитывается при определении категорий запасов. Так, запасы категорий **A** и **B** подсчитываются в контурах, полученных прямым прослеживанием или по опорным точкам, для категории **C<sub>1</sub>** допускается интерполяция и ограниченная экстраполяция данных, а неограниченная экстраполяция используется для подсчета запасов по категории **C<sub>2</sub>** и ресурсов категории **P<sub>1</sub>**.

Не следует забывать, что на категоризацию запасов влияют также изменчивость оруденения, плотность разведочной сети и другие факторы.

В результате оконтурирования рудные тела делят на подсчетные блоки. Каждому подсчетному блоку присваивают номер и определяют категорию запасов, исходя из плотности разведочной сети, способа проведения границ,

степени изученности качества полезного ископаемого и горно-технических условий эксплуатации.

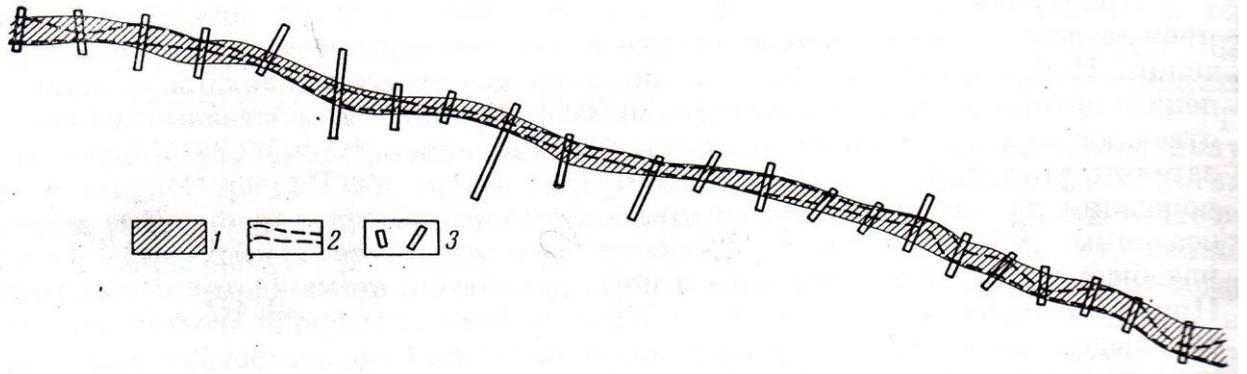
Отсутствие чёткого представления об условиях нахождения и особенностях Р.Т. неизбежно ведёт к неправильному их оконтуриванию и к ошибкам в определении запасов, которые подсчитываются в таких случаях по «залежам» с искусственным объединением («прессованием») разрозненных Р.Т.

Это приводит к существенным искажениям представлений о их действительных параметрах, и как правило, завышает запасы.

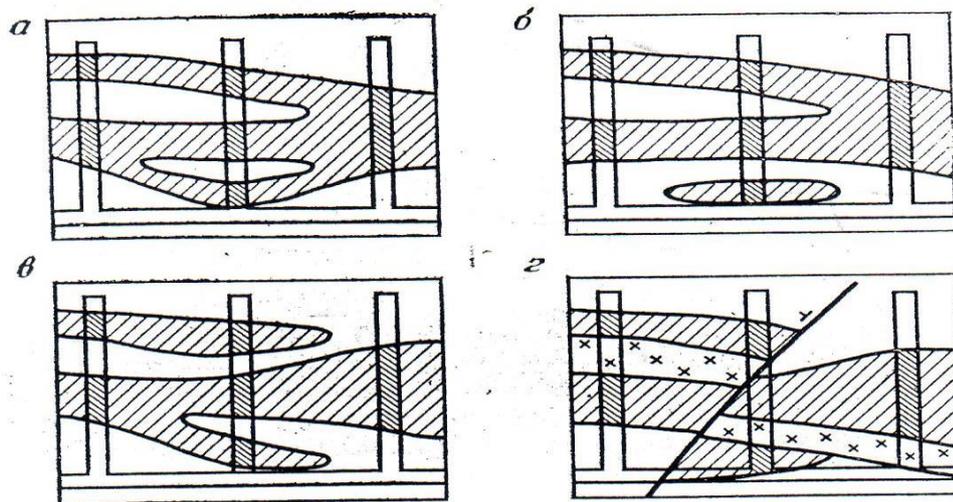
Противоположной крайностью, также основанной на неправильном понимании термина «рудное тело», является выделение по данным опробования в пределах рудных жил или даек с чёткими геологическими границами участков с промышленным оруденением.

При естественных геологических границах подсчёт запасов должен вестись в пределах геологических границ, за исключением случаев, когда рудная минерализация закономерно приурочена к определённой части Р.Т. (например к висячему или лежащему боку, центральной части).

При возможностях многовариантной увязки разведочных данных необходимо выяснить геологические причины локализации полезного компонента.



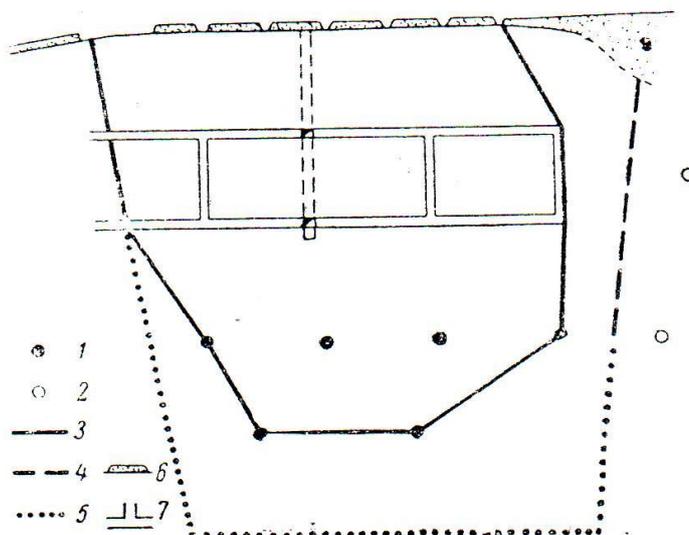
1- кварц – сульфидная жила; 2 – контур подсчета запасов, выделенный по данным опробования; 3- канавы



Примеры многовариантной увязки смежных рудных интервалов (а, б, в) и единственно верный вариант увязки (г), учитывающий влияние геологической обстановки.

**Различают следующие виды контуров:**

1. **Нулевой**, характеризующий полное выклинивание Р.Т.
2. **Промышленный**, отделяющий промышленные участки Р.Т. от непромышленных. Контур проводится через точки, характеризующиеся наименьшими промышленными значениями показателей.
3. **Сортовой**, разделяющий различные сорта руд внутри общего промышленного контура.
4. **Внутренний** контур интерполяции, проведенный через крайние, вскрывшие кондиционные руды, разведочные или эксплуатационные выработки.
5. **Внешний**, проведенный за пределами крайних, вскрывших кондиционные руды, выработок или проб по периферии подсчета запасов (экстраполяции).



Оконтуривание крутопадающего тела полезного ископаемого для подсчетов запасов на вертикальном продольном разрезе: 1 – скважины, пересекающие тело полезного

ископаемого; 2 – скважины, показавшие отсутствие тела полезного ископаемого; 3 – внутренний контур интерполяции; 4 – внешний контур ограниченной экстраполяции; 5 – внешний контур неограниченной экстраполяции; 6 – наносы, вскрытые канавами; 7 – горные выработки.

Рассмотрим пример проведения контура между двумя разведочными пересечениями когда одна выработка вскрывает кондиционные руды, а другая некондиционные.

В данном случае применяют формально-геометрические приёмы оконтуривания.

1. По крайней кондиционной выработке;
2. На половине, трети или четверти расстояния между разведочными выработками.

Причём здесь также необходимо рассматривать несколько вариантов, которые зависят от геологических представлений о локализации оруденения и мощности Р.Т.

- выклинивание в точку
- выклинивание на полотно.

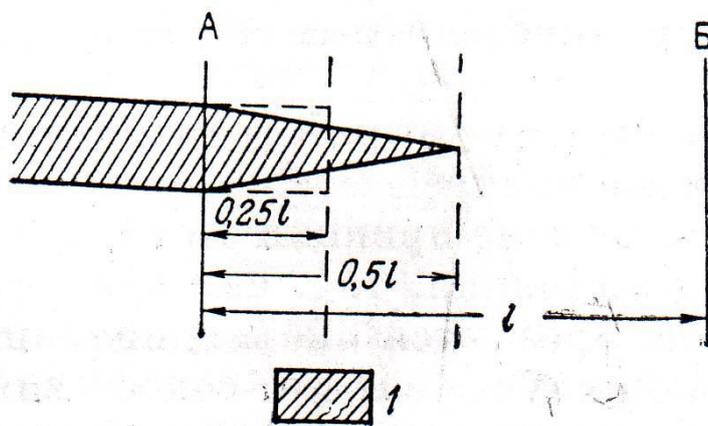
**В первом случае:**

Ограничение контура крайними разведочными пересечениями вскрывшими кондиционные полезные ископаемые, обычно производится при подсчёте запасов по категориям **A** и **B**.

**Во втором случае:** оконтуривание проводится методами *ограниченной или неограниченной экстраполяции*.

Обычно перечисленные операции производятся при подсчёте запасов категории *C1* и *C2*, правда если мы считаем запасы месторождений III и IV групп то запасы категорий *C1* также подсчитываются в пределах горных выработок.

**Оконтуривание способом ограниченной экстраполяции** применяется в тех случаях когда следующая выработка не встретила кондиционное оруденение, т.е. между выработкой встретившей кондиционные руды и безрудной выработкой. В данном случае контур проводится по середине между выработками.



1 – рудное тело; А – крайнее разведочное сечение с кондиционным содержанием; Б – сечение, в котором не встречено оруденение; l – расстояние между этими сечениями.

Иногда в кондициях указывают, что при мощности рудного тела превышающей минимальную в 5 раз выклинивание производится на середину расстояния между выработками на «полотно», при мощности Р.Т. в 2 раза превышающем мин. мощность Р.Т. - на  $\frac{1}{4}$  расстояния между выработками на «полотно» и при мощности рудного тела равной минимальной мощности Р.Т. - выклинивание производится на половину расстояния между выработками, но в «точку».

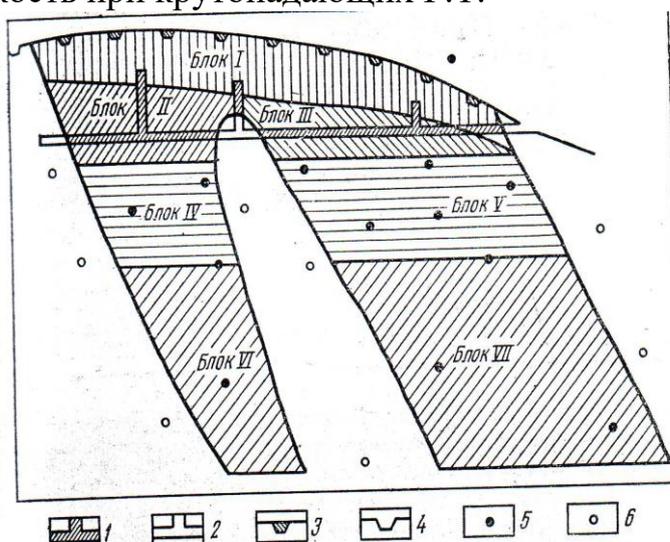
**Оконтуривание методом неограниченной экстраполяции** применяется в тех случаях, когда крайние разведочные выработки не установили выклинивания Р.Т. по простиранию или падению и не выявили прекращения промышленного оруденения.

При экстраполяции на глубину также очень важно проанализировать все имеющиеся геологические факторы.

#### **4. Блокировка запасов**

Кроме обобщающих контуров продуктивных зон, залежей или скоплений полезных ископаемых при подсчёте запасов проводится их «блокировка».

Блокировка запасов проводится либо на горизонтальную плоскость при пологом залегании Р.Т. и штокверковом типе оруденения, либо на вертикальную плоскость при крутопадающих Р.Т.



1- рудные штреки и восстающие; 2- безрудные штреки и восстающие; 3- рудные каналы; 4- безрудные каналы; 5- рудные скважины; 6 – безрудные скважины

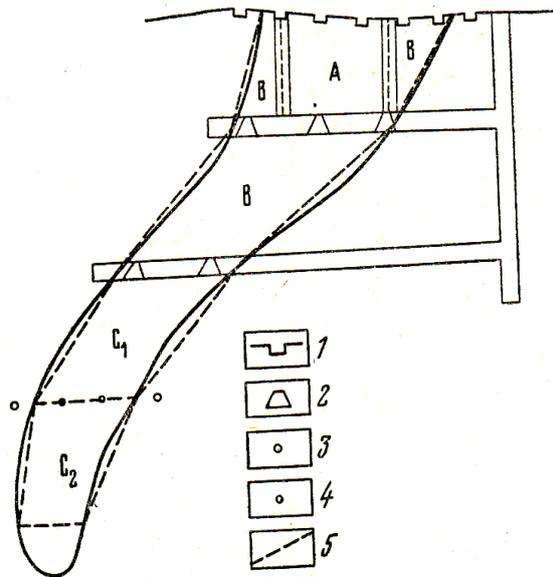


Схема выделения геологических блоков по степени разведанности рудного тела. 1 – канавы, 2 – орты; 3 – законтурные скважины; 4 – рудные скважины; 5 – границы подсчетных блоков.

Блоковыми контурами ограничиваются отдельные подсчётные блоки, которые должны отвечать требованиям геологической и технологической однородности, находиться в одинаковых горно-технических условиях.

Нельзя объединять в контурах одного блока участки, различные по составу, качеству и строению полезного ископаемого, участки, резко различающиеся по мощности или по условиям залегания.

#### **Исходные данные для подсчета запасов**

Подсчет запасов состоит из ряда последовательных операций: подготовка исходных данных, геометризация (оконтуривание) подсчетных блоков, определение параметров подсчета запасов, собственно подсчет запасов и, наконец, оценка достоверности полученных результатов.

К исходным данным относятся графическая основа, необходимая для изображения подсчетных блоков, результаты опробования и кондиции.

Геометризация подсчетных блоков осуществляется на графической основе, в которую входят продольные и поперечные геологические разрезы, погоризонтные планы, горизонтальные и вертикальные проекции. В зависимости от принятой методики подсчета запасов один из видов чертежей является основным, а другие – вспомогательными.

В качестве основных чертежей могут быть вертикальные геологические разрезы, погоризонтные планы (горизонтальные разрезы), вертикальные или горизонтальные проекции рудных тел.

Масштаб чертежей зависит от размеров рудных тел и выбирается таким, чтобы на них можно было показать подсчетные блоки, а при необходимости и их внутреннее строение. Наиболее употребительные масштабы 1:1000-1:2000, иногда применяется масштаб 1:200-1:500, реже 1:5000.

На графическую основу выносят разведочные выработки, рудные тела и геологическую информацию, которая необходима для оконтуривания (геометризации) подсчетных блоков. Это литологические границы, разрывные нарушения, интрузивные контакты, рельеф дневной поверхности и поверхности коренных пород, граница зоны окисления. Далее наносятся контуры открытых и подземных горных работ, границы охранных целиков и другие особенности.

Вторую группу исходных данных составляют результаты химического, минералогического и технического опробования, которые систематизируются в журналах рядовых и групповых проб, минералогических и мономинеральных проб и результатов технических испытаний (определение плотности, влажности, сортности и пр.). В журналах указывают номера проб, их местоположение, результаты анализа, типы и сорта полезного ископаемого.

Данные опробования систематизируют по разведочным выработкам, по разведочным пересечениям, по рудным телам и участкам месторождения. Если подсчет запасов осуществляется на ЭВМ, то данные журналов опробования переносят на машинные носители. Совокупность результатов опробования на ЭВМ составляет базу исходных данных.

При подготовке данных опробования проводится большая работа по проверке их достоверности, которая включает контроль опробования, проверку грубых ошибок, корректуру и заполнение пробелов в результатах опробования.

При опробовании полезных ископаемых, контроль опробования является обязательным, особенно при подсчете запасов. При этом оценивается уровень случайных погрешностей и наличие систематических погрешностей. Результаты контроля опробования с соответствующей математической обработкой систематизируются в журналах и могут быть перенесены на машинные носители.

Случайные погрешности опробования не должны выходить за допустимые пределы, указанные в инструкциях ГКЗ, в противном случае данные опробования бракуются и должны быть выполнены заново. Систематические погрешности опробования считаются недопустимыми, при их обнаружении необходимо ввести поправки в результаты опробования либо с помощью поправочных коэффициентов, либо по уравнению линейной регрессии. Можно также повторить опробование другим более надежным методом.

Роль контроля опробования часто выполняют геофизические измерения, например картаж скважин. Если будут обнаружены существенные расхождения между данными опробования и геофизическими измерениями, то данные опробования (интервалы опробования, показатели качества руды) корректируют по геофизическим данным. В тех же случаях, когда результаты опробования явно недостоверны, например при низком выходе керна, за исходные данные принимают результаты геофизических измерений.

Иногда в данных опробования имеются пробелы, особенно в тех случаях, когда стадии разведки разделены значительным промежутком времени. За это время могут существенно измениться требования к изучению качества руды, кондиции, появиться новые технологии производства анализов и схемы переработки руды. В результате то, что раньше считалось пустой породой или некондиционной рудой, становится промышленной рудой и попадает в контур подсчета запасов, а повторное опробование не всегда возможно.

Поэтому могут возникнуть пробелы в опробовании, которые заполняют либо путем интерполяции по соседним пробам, либо по корреляционным зависимостям, либо средними показателями по соответствующим типам и сортам руд.

Когда все данные опробования систематизированы и выверены, то в разведочных выработках в соответствии с кондициями выделяют интервалы балансовых и забалансовых руд и промышленных сортов руд. Эти интервалы слагают базу данных по рудным пересечениям и лежат в основе геометризации рудных тел и подсчетных блоков.

## **9-лекция. Подсчет запасов твердых полезных ископаемых**

*Подсчет запасов* – это не столько совокупность вычислительных операций, сколько *всесторонний анализ и обобщение всех геологических, геофизических, геохимических и других экспериментальных данных*, полученных в процессе геологоразведочных работ.

В результате подсчета запасов *создается геолого-промышленная модель месторождения*, отражающая достигнутую детальность его изучения, оцениваются запасы и прогнозны ресурсы полезных ископаемых, содержащихся в них полезных компонентов, надежность общих цифр запасов и среднеблочных значений важнейших геологоразведочных параметров.

Подсчет запасов месторождений производится *с целью* цифровой оценки *количества* и *качества* заключенного в недрах сырья. Однако практический интерес обычно представляют не все возможные запасы, а то их количество, которое может быть добыто с положительным экономическим эффектом.

Следует поэтому различать понятия подсчета запасов как совокупности операций по определению количества и качества заключенного в недрах сырья и подсчета запасов как документа, сводящего всю информацию о месторождении (включая цифровые оценки) и служащего основой последующих технико-экономических расчетов.

В соответствии с инструкцией по подсчету запасов в Казахстане запасы всех твердых полезных ископаемых подсчитываются в недрах без учета потерь и разубоживания при добыче. Подсчет запасов производится отдельно по установленным группам и категориям, технологическим сортам

и типам сырья, способам обработки (открытый, подземный и др.). Подсчет запасов выполняется комплексно, с учетом всех ценных компонентов, которые могут быть получены при переработке основного сырья, а также возможности использования других полезных ископаемых, находящихся в совместном залегании.

Подсчет запасов производится в соответствии с определенными требованиями к качеству сырья и горно-техническим условиям обработки месторождений, определяющими возможность и экономическую целесообразность его промышленного освоения.

#### Технология подсчета запасов

Технология подсчета запасов полезного ископаемого и содержащихся в нем ценных компонентов включает следующие последовательные операции:

- 1) определение объемов тел, сложенных полезным ископаемым;
- 2) определение массы (запасов) полезного ископаемого в недрах (умножением объемов на среднее значение плотности горной массы);
- 3) вычисление средних содержаний ценных компонентов;
- 4) определение массы (запасов) ценных компонентов (умножением запасов полезного ископаемого на средние содержания компонентов).

При Комитете геологии и недропользования функционирует Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых [ГКЗ], а при Территориальных управлениях - территориальные комиссии [ТКЗ], обязанные в соответствии с законом «О недрах» проводить Государственную экспертизу подсчета запасов всех видов минерального сырья. При подсчете запасов преследуются следующие главные цели:

- 1) определение количества руды и полезного компонента в недрах;
- 2) определение качества руды в подсчитанных запасах;
- 3) определение степени надежности цифр подсчета запасов и степени изученности месторождения для решения вопроса о промышленном использовании запасов.

Достоверность подсчитываемых цифр запасов находится в прямой зависимости от полноты и качества проведенных работ. Даже при очень густой сети разведочных выработок приходится распространять полученные данные на объёмы, превышающие фактически опробованные в сотни, тысячи и даже миллионы раз.

Для подсчета запасов полезного ископаемого необходимо знать **следующие основные параметры:**

$S$  – площадь Р.Т. или его части в  $m^2$ ;

$m$  – средняя мощность тела П.И. в пределах площади подсчета запасов в м;

$d$  – объемный вес руды в пределах контура подсчитываемых запасов;

$C_{ср}$  – среднее содержание полезного компонента в пределах контура подсчитываемых запасов (в г/т или на  $m^3$ , или в %).

Запасы полезного ископаемого в недрах можно выразить в следующем виде:

$$Q = Smd$$

Запасы полезного компонента в недрах можно выразить в следующем виде:

$$P = SmdC_{cp}$$

**Запасы руды** в недрах обычно учитываются в тыс.т. или млн. т., запасы руды россыпных месторождений в тыс. м<sup>3</sup>.

**Запасы металла** учитываются в большинстве случаев в т. или тыс. т., кг.

Основные подсчётные параметры

1. Определение объемной массы, площади и средней мощности.

Объемная масса минерального сырья – это масса единицы объема этого сырья в монолите, в природном состоянии с учётом пустот, пор, каверн и трещин.

В полевых условиях обычно делают так.

В процессе проходки горных выработок отбирают «целик» (валовую пробу). Отбитую горную массу взвешивают, а пространство из которого она взята замеряют и определяют объём. Это достаточно трудоёмкая операция.

В общем виде:

$$d=Q:V$$

где  $d$  – объёмный вес руды,  $Q$  – вес пробы;  $V$  – объем из которого взята проба.

Для того, чтобы определить ( $S$ ) необходимо произвести оконтуривание Р.Т., а прежде чем сделать оконтуривание площади Р.Т. следует определить среднее содержание полезного компонента в выработках и на разрезе.

**2. Определение средних содержаний полезных компонентов в выработках.**

*Средний арифметический* способ – наиболее простой и наименее трудоёмок.

$$C_{cp} = \sum C_i/n$$

где:  $C_{cp}$  – среднее содержание П.К.

$C_i$  – содержание П.К. по данным отдельных проб

$n$  – количество проб входящих в определение среднего содержания П.К.

Данным способом можно пользоваться когда длины проб одинаковы: 1 м либо 2 м и т.д., либо когда распределение П.К. весьма равномерное.

*Среднее взвешенное содержание* определяется более сложно. Взвешивание можно производить на опробованную мощность Р.Т., на длину влияния отдельных проб, на объёмный вес полезного ископаемого, на площадь влияния отдельных проб.

В практике Г.Р.Р. наиболее часто используют взвешивание на длины проб:

$$C_{cp} = \sum C_i \cdot L / \sum L$$

Этот способ применяют для вывода среднего при неравномерном и крайне неравномерном распределении полезного компонента в Р.Т., когда длины проб разнятся. Это наиболее универсальный способ.

В литературе описано свыше 20 методов подсчета запасов, но многие из них вышли из употребления, а другие являются разновидностями одного и того же метода. К наиболее употребительным относятся методы *геологических блоков* и *параллельных сечений (метод разрезов)*. Реже применяются методы ближайшего района и изолиний.

Все методы подсчёта запасов можно рассматривать как модификации двух основных: *геологических блоков* и *разрезов*.

**При использовании метода геологических блоков** основной графикой для определения объёмов руды является продольная проекция Р.Т. на вертикальную (для крутопадающих тел) или горизонтальную (для пологопадающих тел) плоскости.

**Метод геологических блоков** заключается в разделении рудного тела на блоки, в пределах каждого из которых подсчётные параметры (мощности, содержания компонентов по скважинам, горным выработками) характеризуются близкими значениями, а сами выработки размещаются на площади довольно равномерно. Метод геологических блоков является универсальным; он позволяет наиболее полно учитывать особенности геологического строения, систему разведки и поэтому широко используется при подсчёте запасов любых видов полезных ископаемых.

При подсчете запасов этим способом используется специальный формуляр в виде таблицы.

№ блока	Категория запасов	Площадь блока, м <sup>2</sup>	Средняя мощность рудных тел по блоку, м	Объем блока, м <sup>3</sup>	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Запасы руды, т.	Среднее содержание полезного компонента в блоке, %	Запасы металла, т.
1	B	10000	5	50000	2,5	125000	1	1250
2	C <sub>1</sub>	20000	10	200000	2,5	500000	1	5000

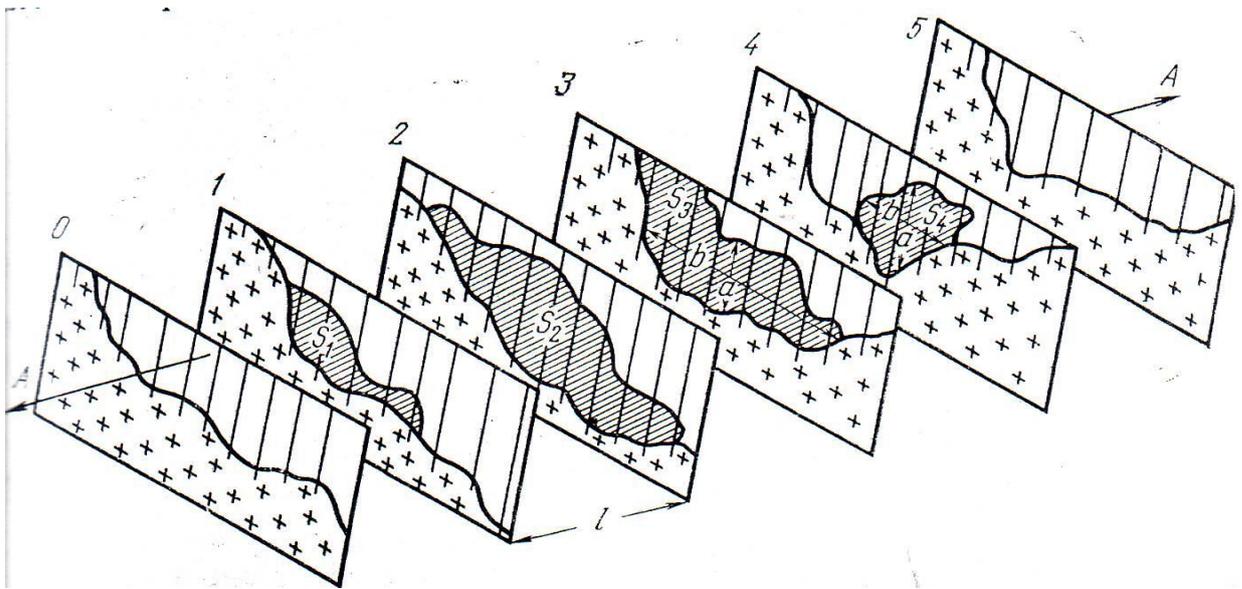
**При методе разрезов** основной подсчётной графикой являются разрезы на которых нанесены контуры рудных тел.

Продольная проекция играет вспомогательную роль и отображает увязку рудных тел между разрезами; на ней измеряют расстояния между разрезами.

### 1. Метод разрезов.

Для подсчёта запасов используются геологоразведочные разрезы, образующие систему разведочных работ.

Контуры запасов отстраиваются в плоскостях геологических разрезов, а границы отдельных подсчётных блоков совпадают с плоскостями разрезов.

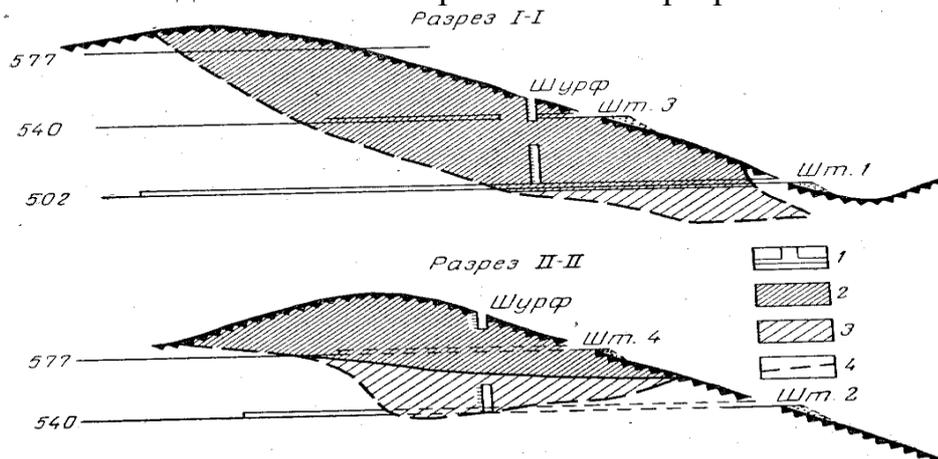


Запасы подсчитываются отдельно в каждом блоке, а затем суммируются по всей залежи П.И.. Способ разрезов обеспечивает наиболее правдоподобное преобразование объёмов залежей, а совмещение подсчётных и геологических разрезов в одной плоскости способствует полному учёту геологических особенностей месторождения при проведении контуров промышленной минерализации.

В зависимости от ориентировки разведочных разрезов различают способы подсчёта запасов: *вертикальными* и *горизонтальными параллельными* и *непараллельными* разрезами.

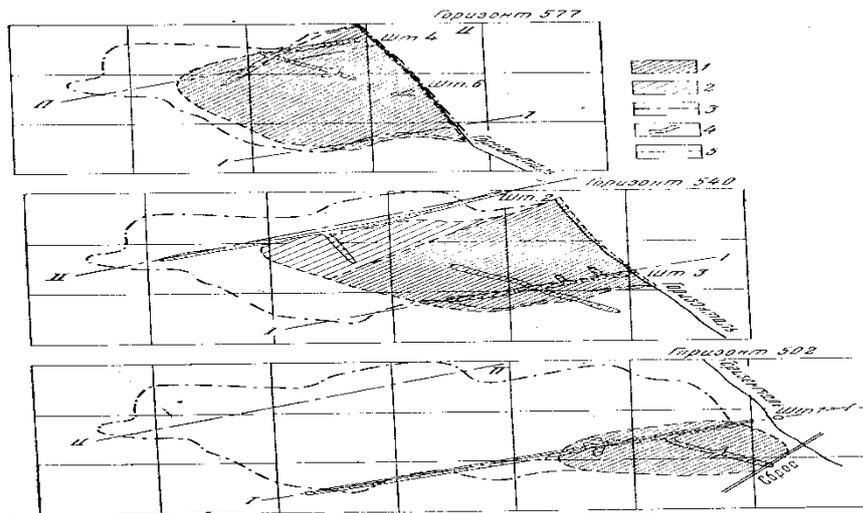
В последнем случае в подсчет объемов вносятся поправки за непараллельность разрезов.

#### Подсчёт запасов вертикальными разрезами



1- горные разведочные выработки; 2 – запасы категории С1; 3 - запасы категории С2;  
4 – общий контур подсчета запасов промышленных руд.

#### Подсчёта запасов горизонтальными разрезами



1 – запасы категории С1; 2 – запасы категории С2; 3 – контур рудного штокверка на поверхности; 4 – горные разведочные выработки; 5 – линии вертикальных разрезов.

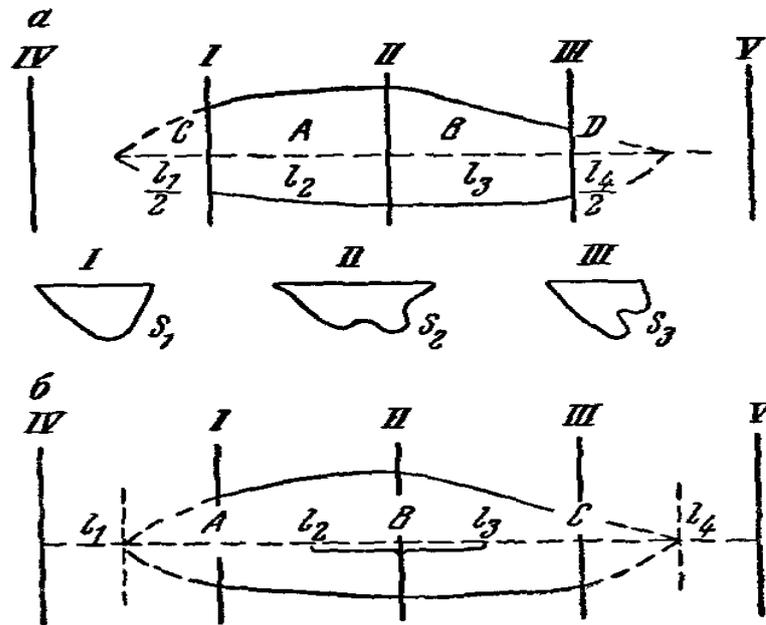


Рис. 83. Схема подсчета запасов методом параллельных разрезов

Для вычисления объёмов блоков между разрезами, расположенными друг от друга на расстоянии ( $L$ ) в зависимости от форм и соотношения площадей продуктивных залежей  $S_1$  и  $S_2$  применяют формулы:

если площади сечений примерно равновелики (призмы)

$$V = S_1 + S_2 * L / 2$$

В том случае если площади смежных сечений имеют подобные и близкие к изометрическим формы, но различаются по величине более чем на 40% усечённой пирамиды:

$$V = S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 * S_2} * L / 3$$

В зависимости от характера выклинивания крайних блоков применяют формулу

либо конуса  $V = S_1 * L / 3;$

либо клина  $V = S_1 * L / 2$

Площади залежей в контурах промышленной минерализации измеряются непосредственно на разрезах с помощью планиметра или палетки.

Метод разрезов позволяет наиболее полно учесть и отразить геологические особенности строения месторождений и залежей полезных ископаемых. Применение этого способа особо эффективно при подсчёте запасов в залежах сложной формы и большой мощности.

## 2. Метод блоков

Применяется для подсчёта запасов залежей П.И. разведанных по неправильной геометрической сети, т.е. тогда когда построить систему поперечных разрезов достаточно сложно либо невозможно.

Также данный метод используется для подсчёта запасов маломощных жил.

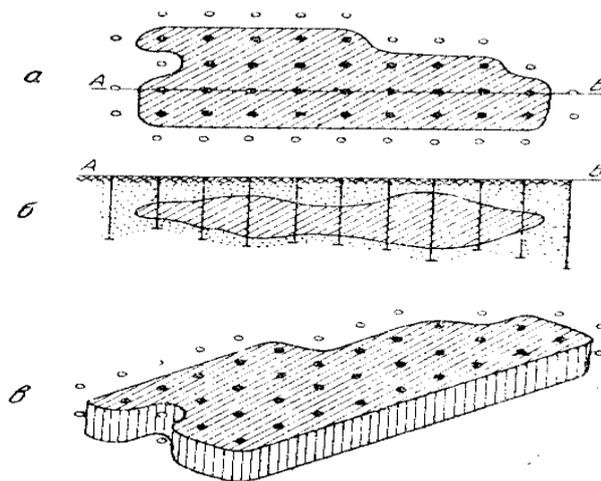
**Способы: среднего арифметического, геологических блоков, эксплуатационных блоков.**

При подсчёте запасов способом блоков, площадь залежи разделяется на отдельные участки, блоки. Объём залежи преобразуется в ряд сомкнутых фигур с высокими равными средними мощностями подсчётных блоков.

При этом методе точно также крутопадающие залежи проектируются на вертикальную плоскость, а пологопадающие на горизонтальную.

### **2.1. Способ среднего арифметического.**

Залежь приравнивают к равновеликой фигуре-диску с высотой равной средней мощности и периметром соответствующему внешнему контуру. Площадь измеряют планиметром, а среднюю мощность вычисляют по совокупности всех разведочных пересечений.



а – план рудного тела; б – разрез по линии АБ;  
в – аксонометрическая проекция преобразованного рудного тела.

Запасы подсчитываются по формулам:

$$V=S \cdot m$$

$$Q=V \cdot d$$

$$P=Q \cdot C_{cp}/100$$

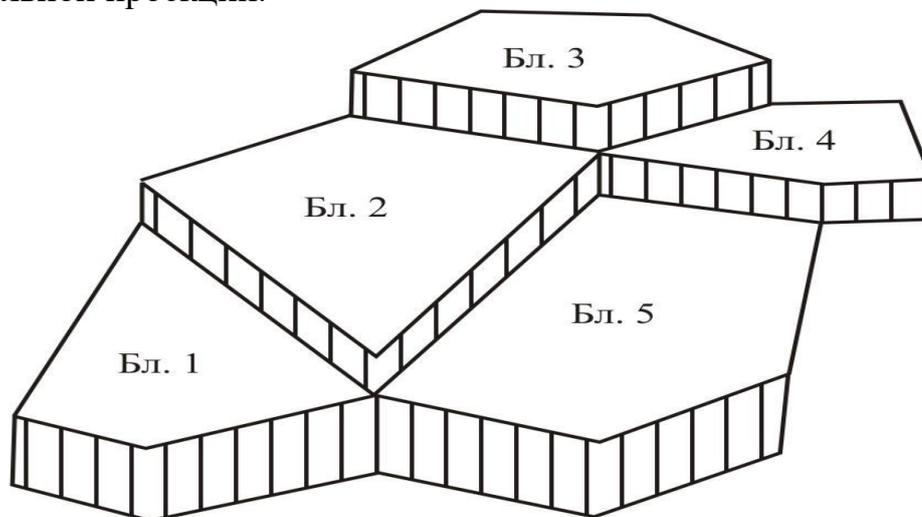
где:  $V$  – объём залежи,  $S$  – площадь залежи на проекции,  $m$  – средняя мощность,  $Q$  – запасы руды,  $d$  – объемная масса,  $P$  – запасы металла,  $C_{ср}$  – среднее содержание полезного компонента в объёме залежи.

2.2. *Способ геологических блоков* отличается от способа среднего арифметического тем, что в общем контуре по совокупности геологических признаков выделяется ряд самостоятельных геологических блоков.

Подсчёт запасов ведется отдельно по каждому геологическому блоку. Этот способ единственно правильный при неправильной разведочной сети.

Обычно применяется при подсчёте запасов складчатых и других сложно построенных залежей.

*Способ геологических блоков* – ведущий при подсчете запасов большинства полезных ископаемых. Каждое рудное тело изображают и оконтуривают на проекции. Рудное тело на проекции делят на подсчетные блоки по ведущим геологическим параметрам (мощности, составу руды, условиям залегания), по степени разведанности (по категориям запасов), иногда – по горно-техническим условиям добычи. Все блоки нумеруют. Если рудное тело залегает горизонтально или полого, то его проектируют на горизонтальную плоскость, а крутопадающие рудные тела проектируют на вертикальную плоскость. Если рудное тело резко меняет элементы залегания или расщепляется на несколько частей, то каждую из них изображают на отдельной проекции.



Преобразование тела полезного ископаемого в группу сомкнутых, разновеликих фигур при подсчете запасов по способу геологических блоков.

Частным случаем метода геологических блоков является *способ эксплуатационных блоков*, который отличается лишь тем, что блоки оконтурены горными выработками и являются основными единицами добычи. Подсчет запасов в каждом эксплуатационном блоке осуществляется по тем же формулам.

### 2.3 *Способ эксплуатационных блоков.*

Применяется для подсчёта запасов маломощных залежей П.И. разведанных системами продольных разрезов с помощью горных выработок. Под эксплуатационными блоками подразумеваются отдельные участки

залежей оконтуренные горными выработками с двух-трех или с четырёх сторон.

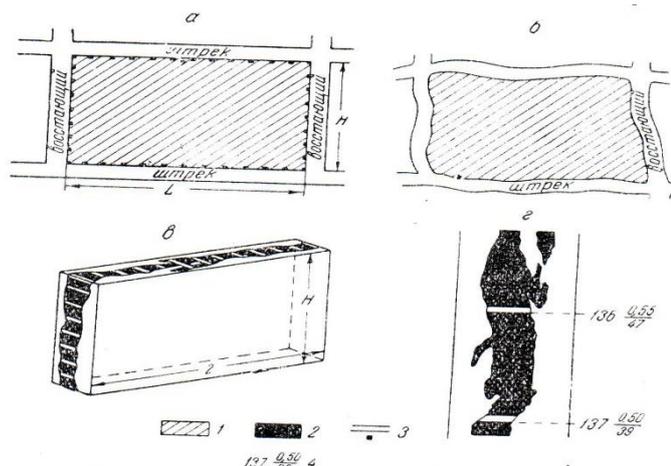
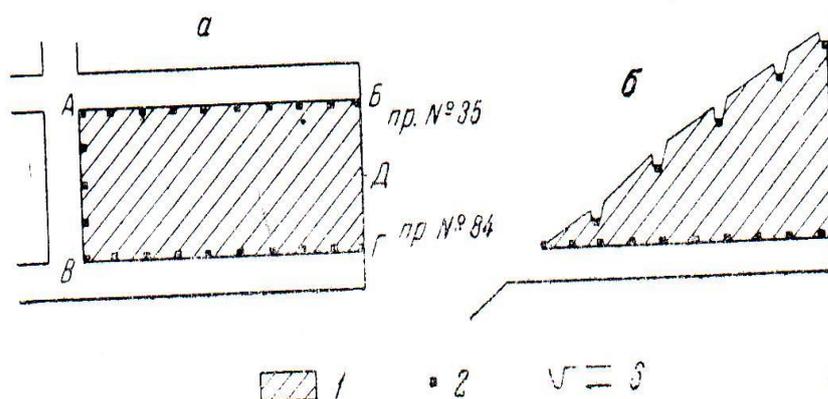


Схема блока, оконтуренного выработками с четырех сторон.

а – проекция блока в плоскости жилы; б – схема блока с неправильными контурами; в – схематическое изображение блока; г – часть плана опробования одной из сторон блока; 1 – площадь подсчетного блока; 2 – рудное тело; 3 – место взятия бороздовых проб; 4 – номер пробы.



а – оконтуренность с трех сторон; б – оконтуренность с двух сторон; 1 – площадь подсчетного блока; 2 – место взятия пробы; 3 – горные выработки.

Графические построения сводятся к составлению продольной проекции залежи. Запасы руды полезного компонента по каждому эксплуатационному блоку определяются как произведение его площади на среднюю вертикальную или горизонтальную мощность и на среднюю объёмную массу полезного ископаемого. Запасы металла определяются – как произведение запасов руды на среднечлочное содержание полезного компонента.

Достоверность подсчета запасов зависит от:

- 1) изменчивости формы рудных тел и содержания полезного ископаемого. Чем сложнее месторождение, т.е., чем изменчивее мощность тел полезного ископаемого и содержание полезного компонента, тем больше расхождение между подсчитанными и действительными запасами.
- 2) детальности изучения месторождения. Чем гуще разведочная сеть, тем меньше будет погрешность в подсчете запасов. Она складывается из погрешностей определения площади рудных тел, их мощности, среднего содержания полезных компонентов, объемной массы и др.

Различают две группы ошибок при определении запасов: *технические* и *геологические*. *Технические ошибки неизбежны*, однако их влияние на достоверность запасов невелика. Сюда относятся ошибки замеров мощности, ошибки опробования, ошибки анализов, замеров расстояний и т.п.

*Геологические ошибки* обусловлены тем, что при интерполяции и экстраполяции (при оконтуривании) допускается постепенное изменение формы тел и качества полезного ископаемого. Однако оруденение может быть и прерывистым, т.е. рудное тело может выклиниваться не плавно, а резко, и т. п.

Геологическая ошибка может быть систематической, когда, например, упрощается форма рудного тела при интерполяции (например, при неучете складчатой формы рудного тела и др.).

## **10-лекция. Экспертиза геологических материалов**

Составляемые недропользователями подсчеты запасов подлежат государственной экспертизе в Государственной комиссии по запасам Республики Казахстан при Комитете по геологии и недропользованию, действующей на основании «Положения о ГКЗ РК и межрегиональных комиссиях по запасам полезных ископаемых», утвержденной Постановлением Правительства РК от 08.02.2011 г. № 87. По результатам экспертизы запасы зачисляются на Государственный баланс. Государственным балансом учитывается состояние и движение (т.е. убыль за счет добычи и прирост за счет разведки) запасов по каждому месторождению и каждому виду сырья по состоянию на 01.01 каждого года.

Экспертиза материалов по одному и тому же объекту может проводиться неоднократно. Как правило, экспертному рассмотрению подлежат: *материалы ТЭО постоянных, а иногда и временных кондиций; подсчеты и пересчеты запасов, выполненные по этим кондициям, а также ТЭО эксплуатационных кондиций – как новых, так и эксплуатируемых месторождений.*

Главным органом, проводящим такого рода экспертизу, является Государственная комиссия по запасам (ГКЗ) полезных ископаемых.

*В соответствии с протоколами ГКЗ запасы месторождений полезных ископаемых зачисляются на Государственный баланс.* Органы Комитета по геологии и недропользованию в регионах осуществляют контроль за полнотой отработки недр и соблюдением условий выполнения Законодательств о недрах и Контрактов.

Экспертиза подсчета запасов полезных ископаемых – сложный и многообразный процесс, эффективность которого определяется, прежде всего, квалификацией и опытом экспертов.

Однако существуют некоторые общие методические приемы экспертного рассмотрения материалов, в задачу которых входят следующие

три группы вопросов, обычно требующих рассмотрения различными специалистами.

1) Геологическая обоснованность и достоверность оценок количества полезного ископаемого, а также имеющихся представлений о характере его залегания в недрах (*эксперт-геолог*).

2) Изученность технологии переработки сырья и достоверность показателей извлечения получаемых продуктов, а также наличие сортов и типов сырья, требующих различной технологии (*эксперт-технолог-обоганитель*).

3) Изученность горно-инженерных условий отработки месторождений, включая устойчивость пород и руд, ожидаемые величины водопритоков, особенности проведения горных выработок (*эксперты – гидрогеолог и горняк*).

Следует отметить, что все эти три группы вопросов определенным образом взаимосвязаны. Так, вопросы, подлежащие рассмотрению горняком, связаны с достоверностью представлений об условиях залегания и форме тел полезного ископаемого, оцениваемых геологом, а наличие сортов и типов сырья (технолог) – с возможностью их пространственной геометризации (геолог) и селективной отработки (горняк) и т.д. Поэтому всегда желательна совместная работа экспертов, с взаимным обсуждением результатов, постановкой специальных вопросов друг перед другом и т.п.

1) *Геологическая обоснованность* подсчета запасов определяется тем, насколько правильной является принятая геологическая модель месторождения, т.е. представляемое отображение формы тел, характера и непрерывности залегания полезного ископаемого в пространстве недр.

Представления о месторождении в процессе его изучения создаются главным образом путем изучения обнажений, горных выработок или керна (шлама) буровых скважин с фиксацией полученной информации в виде соответствующих документов – описаний, зарисовок, фотографий и т.п. Документы, составляемые непосредственно на объекте изучения (в забое, на скважине), носят название *первичных*.

Объекты первичной документации (обнажения, забои, керн) со временем ликвидируются. Первичные документы оказываются при этом единственным фактографическим материалом, обосновывающим правильность представлений о месторождении и достоверность подсчета запасов.

Эксперт должен, прежде всего *оценить полноту и качество первичной документации* по месторождению. При этом необходимо обращаться именно к первичным, рабочим материалам, так как любые их копии утрачивают фактографическую ценность.

Первичные документы обязательно должны иметь точную координатную привязку наблюдений, в них должны быть зафиксированы места взятия и номера всех проб и образцов. Первичные документы по *горным выработкам* обязательно должны содержать графическое отображение изученного обнажения (забоя, стенки, кровли), на котором

должны быть зафиксированы особенности пространственного положения контактов пород и руд, тектонические нарушения и т.п. Первичные документы по *скважинам* (колонки) должны содержать данные выполненных геофизических исследований: каротажей, кавернометрии, замеров искривлений и т.п.

Журналы опробования должны содержать данные о начальных и конечных (после обработки) массах проб. Начальные массы проб должны соответствовать их объему, т.е. принятой длине и сечению (с учетом плотности опробуемых пород и руд).

На основании первичных документов составляются планы, разрезы, проекции и другие сводные чертежи, отображающие строение месторождения и положение полезного ископаемого в пространстве.

В последнее время внедряются компьютерные программы, которые согласно хранящейся в базе данных информации о координатах анализов проб, а также фиксированных геологических наблюдениях позволяют осуществлять моделирование месторождения с получением любых заданных сечений, аффинных изображений и т.д.

Следует, однако, иметь в виду, что как обычные чертежи, так и компьютерная графика отображают принятую геологическую модель пространственной интерполяции данных первичной документации.

Главная задача эксперта – *оценить* правильность этой модели и соответствие ее первичным наблюдениям. Именно здесь бывают, скрыты причины грубых ошибок в представлениях о форме, строении и условиях залегания тел полезного ископаемого, ведущие к ошибкам в оценке и количестве запасов, и качества сырья, и, в конечном счете, к не подтверждению плановых экономических показателей эксплуатации.

Как видно из приведенных примеров, неверный выбор геологической модели месторождения всегда происходит в условиях недостаточной плотности сети разведочных наблюдений. Однако во всех рассмотренных случаях тщательное выполнение первичной документации и анализ полученных данных могли бы предотвратить ошибки.

Итак, первый и основной вопрос, ответ на который должен быть дан экспертом-геологом, заключается в том, насколько обоснованной и близкой к реальности может считаться принятая геологическая модель месторождения.

Достоверность исходных данных *качественной оценки полезного ископаемого* определяется методикой отбора проб, правильностью и точностью используемых аналитических методов.

Качество опробования определяется представительностью проб. Под степенью представительности пробы понимается степень соответствия содержания компонентов в пробе содержанию их в том целом, от которого она отобрана. Важное влияние на представительность проб оказывает изменчивость руд, физические свойства руд и вмещающих их пород, размеры зерен полезных минералов в рудах, внутреннее строение тел полезных ископаемых.

Все перечисленное часто приводит к избирательному обогащению или обеднению отбираемой массы ценным минералом. Величина избирательного обогащения (обеднения) проб ценным компонентом зависит от многих факторов. В горных выработках соответствующая погрешность тем меньше, чем меньше отношение обнаженной поверхности к объему проб.

Поэтому она минимальна для валовых проб, когда в пробу поступает вся отбитая масса с сечения горной выработки. Степень погрешности возрастает при отбойке проб пневмомолотом, но снижается при выпиливании алмазными пилами. Погрешность возрастает на крупно-вкрапленных рудах и снижается на рудах с тонкодисперсным распределением ценного минерала в породной массе.

Избирательное занижение содержаний по керну скважин зависит от выхода керна, а также от величины исходного содержания. Оно может быть мало (для месторождений молибдена, свинца, меди, ртути, сурьмы) заметным для богатых участков, но в бедных может приводить к полной потере ценного компонента.

В результате для участков с содержанием, близким к бортовому, но все превышающим его, пробами могут фиксироваться содержания ниже бортового.

Таким образом, избирательные потери могут вести не только и даже не столько к снижению среднего содержания в месторождении, сколько к неоправданному сужению его контура и недооценке количественной доли бедных руд. В результате при дальнейшей эксплуатации содержания могут, не возрасти, или даже снизиться, но запасы - резко увеличиться.

Чтобы избежать появления избирательных потерь, необходимо данные разведочного опробования представительно заверить: в горных выработках – валовым способом; по скважинам – горными работами; в карьерах – пробами шлама по ударным скважинам большого диаметра.

При *оценке* материалов подсчета запасов, эксперт должен рассмотреть и оценить качество выполненного опробования и вероятность наличия (отсутствия) систематических ошибок.

Качество аналитических работ определяется точностью и правильностью анализов, что устанавливается по данным контрольных определений значения допустимых относительных ошибок для различных видов анализов, приводятся в соответствующей справочной литературе.

Для *оценки* уровня относительных случайных ошибок выполняется внутренний геологический контроль, заключающийся в том, что периодически часть проанализированных проб направляется на повторный анализ в ту же лабораторию, но под зашифрованными (другими) номерами.

Результаты основного и контрольного анализов группируются по классам содержания и периодам контроля и обрабатываются. Полученные значения случайной ошибки не должны превышать установленных допусков. Правильность анализа характеризуется близостью к нулю его систематической ошибки, оцениваемой по результатам внешнего геологического контроля. Повторный (контрольный) анализ проб при

внешнем контроле выполняется в другой, более квалифицированной лаборатории. Однако результаты анализов даже весьма квалифицированных лабораторий могут не совпадать, в таком случае проводятся дополнительные арбитражные анализы в лаборатории, качество работы которой для эксперта, несомненно.

*Правильность методики подсчета запасов* определяется, прежде всего, соответствием этой методики геологическим особенностям месторождения и особенностям намечаемой системы его отработки.

Во всех случаях предпосылкой правильного выбора способа подсчета является оптимальная ориентировка разведочных выработок (пересечений) относительно залегания и внутреннего строения тел полезного ископаемого. Расположение этих выработок по направлению, близкому к падению тел, не полное вскрытие мощностей последних снижают достоверность оценки запасов.

Тела некоторых полезных ископаемых часто представляют собой сложные системы с неоднородным внутренним строением. Следует иметь в виду, что внешние контуры тел и контуры элементов неоднородности внутри них вовсе не обязательно подобны (конформны). Такое подобие может быть свойственно только стратиформным месторождениям осадочного происхождения.

Сложные, метасоматические залежи, как правило, характеризуются дискордантностью, несоответствием формы тел форме элементов внутреннего строения. В таких случаях выбрать оптимальную ориентировку разведочных пересечений трудно и пройденные выработки иногда оказываются ориентированными не вкрест, а близко к падению монолитно-рудных образований.

Эксперту всегда следует обращать внимание на возможность таких коллизий и в сомнительных случаях рекомендовать проходку дополнительных контрольных выработок.

Подсчет запасов крупных тел обычно производится, разделяя их на блоки. Проведение межблоковых границ возможно как с опорой на конкретные выработки, так и интерполяцией между ними. В первом случае, результаты опробования выработок, располагающихся на границах блоков, обычно используют при вычислении средних обеих смежных блоков, т.е. в общем подсчете такие выработки как бы участвуют дважды. Известны примеры, когда такие границы намеренно проводят по выработкам, показавшим повышенную мощность или повышенное качество сырья. «Двойной» учет подобных лучших значений, естественно, ведет к завышению результатов.

Распространенным ошибочным приемом подсчета запасов является так называемая «прессовка», при которой мощности (площади) разобщенных в пространстве тел суммируются. Арифметически этот способ, казалось бы, не ведет к завышению результатов. Однако практически мелкие тела и гнезда полезного ископаемого, присоединяемые к основному телу, завышают его мощность.

В то же время сами эти мелкие тела часто оказываются технологически или экономически непригодными для самостоятельной добычи, а отработки их в едином массиве с основным телом приводит к высокому разубоживанию и резкому снижению качества сырья относительно оцененного разведкой. Таким образом, реально извлекаемые запасы при «прессовке» очень часто завышаются. Возможность такого завышения должна специально оцениваться экспертом.

Средние содержания ценных компонентов обычно рассчитываются способом взвешивания по мощности. Однако при подсчете приходится иметь дело со стволовыми (видимыми) значениями мощности, причем пересчет их в истинные значения не всегда может быть осуществлен достаточно надежно. Расчет средних при этом обычно ведут с взвешиванием по значениям стволовых мощностей. Такое взвешивание может приводить к систематическим ошибкам, если между углами встречи тела полезного ископаемого выработками и качеством сырья в отдельных его частях возникает некоторая связь.

Так, на полиметаллическом месторождении Степное вертикальные скважины закономерно пересекали среднюю часть седловидной залежи под углом, близким к прямому, а фланговые части – под более острыми углами, что определило повышение значения стволовых мощностей на флангах и пониженные в центре.

Однако фланговые части залежи на крыльях антиклинали как раз характеризовались пониженным качеством руд. Взвешивание по стволовым мощностям приводило в данном случае к занижению среднего качества руд по залежи в целом. Аналогичные погрешности могут возникать при разведке неоднородных по качеству сырья линейных тел веерными скважинами.

На месторождениях с крайне неравномерным распределением полезного компонента (редкометалльные, золоторудные) на расчет средних содержаний сильно влияет эффект «ураганных проб» или «эффект самородков». Наличие в выборке нескольких таких проб может резко повысить расчетную оценку содержания и дать неправильное представление о запасах. Как правило, запасы, включающие «ураганные пробы», свидетельствуют о недостаточной разведанности месторождения и низкой достоверности оценки запасов и средних содержаний. В связи с этим эксперт должен рекомендовать проведение дополнительных разведочных работ.

2) *Правильность оценки* технологических характеристик полезного ископаемого оценивается экспертом-технологом. Оценка включает: представительность отобранных технологических проб, т.е. соответствие их качества качеству сырья в подсчитываемых запасах; полноту проведения испытаний; соответствие предлагаемых схем переработки данного сырья на действующих предприятиях; соответствие получаемых продуктов существующим стандартам и требованиям; решение вопросов обезвреживания отходов и утилизации всех попутных ценных компонентов и продуктов и т.д.

Технологическую экспертизу необходимо проводить на ранних стадиях изучения объектов с целью принятия правильных инвестиционных решений.

3) *Специальная экспертиза вопросов инженерной геологии, гидрогеологии и горной технологии* обычно производится в случаях, когда вероятны повышенные водотоки в горные выработки или когда породы и руды неустойчивы, опасны по газу, пыли, пожароопасны и т.д. В простых горно-инженерных условиях на ранних стадиях оценки соответствующие заключения могут быть даны при геологической экспертизе.

Из сказанного следует, что в зависимости от особенностей объекта, наличия тех или иных сложных вопросов и ответственности принимаемых решений к экспертизе могут привлекаться специалисты разных квалификаций, но рассмотрение материалов геологом является обязательным всегда.

## **11-лекция. Сопоставление данных разведки с результатами эксплуатации месторождений**

В Казахстане действует Инструкция о требованиях к материалам по сопоставлению результатов разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Данная инструкция является обязательной для всех недропользователей, осуществляющих эксплуатационную разведку и разработку месторождений твердых полезных ископаемых.

Сопоставление данных разведки с результатами эксплуатации месторождений производится с целью определения степени их совпадения, выявления причин установленных расхождений и принятия мер по их устранению. По результатам сопоставления уточняются ранее подсчитанные запасы, вносятся коррективы в методику разведки и подсчета запасов или разрабатываются мероприятия, направленные на повышение достоверности данных эксплуатационной разведки, совершенствование технологии добычи и геолого-маркшейдерского обслуживания горнодобывающего предприятия.

Сопоставление данных разведки с результатами эксплуатации обязательно при переоценке месторождений, на котором при эксплуатации установлено систематическое расхождение в количестве разведанных и отработанных запасов, значениях подсчетных параметров и показателях качества полезного ископаемого.

Если данные разведки в целом подтверждаются разработкой или имеющиеся незначительные расхождения не влияют на технико-экономические показатели горнодобывающего предприятия, тогда сопоставление данных разведки с результатами эксплуатации проводится на представительном участке. На разрабатываемом месторождении надо выбрать представительный участок, имеющий достоверные данные разведки и разработки.

Сопоставление данных разведки с результатами эксплуатации должно производиться отдельно по подсчетным блокам и утвержденным категориям запасов, телам полезного ископаемого и в целом по месторождению.

Запасы, контуры тел полезных ископаемых, показатели качества и подсчетные параметры следует определять в соответствии с кондициями, принятыми при предыдущем утверждении в ГКЗ. В годовых геологических отчетах по разрабатываемым месторождениям должны приводиться материалы сопоставления данных разведки с результатами эксплуатации и в случае выявления значительных расхождений выясняться их причины.

Точность подсчета запасов обычно характеризует группа геолого-промышленных параметров, определяющих количество руды и полезных компонентов (мощность, площадь, объем рудных тел), а также среднее содержание полезных компонентов. При удовлетворительном качестве выполнения разведочных работ, точность подсчета запасов зависит, главным образом, от степени изменчивости основных геолого-промышленных параметров, количества разведочных пересечений и равномерности их расположения.

Для однотипных месторождений или рудных тел, не отличающихся степенью изменчивости оруденения при одном и том же количестве равномерно расположенных разведочных пересечений точность вычисления геолого-промышленных параметров и подсчета запасов примерно одинакова для больших и малых по размерам подсчетных блоков.

Суммарная ошибка определения средних значений геолого-промышленных параметров (содержания полезного компонента и мощности рудных тел) складывается в основном из ошибок опробования, связанных с недостаточным количеством разведочных пересечений, некачественной обработкой проб и других технических ошибок. С увеличением степени неравномерности расположения разведочных пересечений и изменчивости оруденения возрастает величина ошибки.

Сложный характер связей между степенью изменчивости оруденения, количеством разведочных пересечений, степенью равномерности их расположения и густотой разведочной сети обусловили отсутствие в настоящее время общепризнанных методов количественной оценки степени разведанности месторождения, а также утвержденных требований к точности подсчета запасов по различным категориям.

Для оценки достоверности результатов разведки месторождений существует несколько методов: аналитический, разряжения сети разведочно-эксплуатационных выработок, сравнения данных разведки с результатами эксплуатации.

Аналитический метод решает задачи определения достоверности разведки, используя математические статистико-вероятностные методы. Вследствие сложности законов изменчивости основных свойств большинства месторождений цветных, редких и благородных металлов этот способ окончательного решения не получил, требует расчетов, трудно реализуемых вручную, и на практике применяется сравнительно редко.

Метод разряжения разведочно-эксплуатационной сети основан на сравнении геолого-промышленных параметров, выявленных по редкой сети разведочных выработок, с параметрами, подсчитанными по данным наиболее густой сети горных выработок (подготовительных, эксплуатационно-разведочных, нарезных), а также разведочных и взрывных скважин.

Этот метод характеризуется невысокой точностью и обычно применяется для сравнения запасов и выбора оптимальной сети выработок на крупных штокверковых месторождениях, разрабатываемых открытым способом, на которых имеется большое количество разведочно-эксплуатационных пересечений. При использовании метода разряжения наиболее густая сеть горных выработок и скважин, принимаемая за эталон, не всегда оказывается надежной для достоверного подсчета количества и качества запасов.

В настоящее время наиболее точным является и рекомендуется для широкого применения метод сравнения данных разведки с результатами эксплуатации месторождений. Этот метод заключается в сравнении разведочных запасов руды и полезного компонента, а также других геолого-промышленных параметров с суммой добытого и потерянного полезного ископаемого, подсчитанной по данным геолого-маркшейдерской документации. Данный метод не требует сложных и трудоемких математических расчетов и при хорошо наложенном геолого-маркшейдерском учете добычи, потерь и разубоживания руды и качественной геологической документации является наиболее достоверным при сравнении данных разведки и результатов эксплуатации месторождений.

Объектами сравнения могут быть месторождения или отдельные рудные тела. Выяснение общих результатов разведки рекомендуется проводить отдельно по запасам участка первоначального освоения и по запасам, заключенным в подсчетных блоках, подвешенных к горным выработкам. Такого рода сопоставления возможно осуществить только после отработки всех запасов данного объекта.

При исследованиях достоверности разведки небольших участков объектами сравнения обычно служат горизонты рудных тел или отдельные блоки, подготовленные к очистной выемке. Запасы таких участков надо сопоставлять по мере их отработки.

Для проведения частных сопоставлений в необходимых случаях проводится сравнение данных опробования по скважинам и горным выработкам, выяснение степени представительности технологических проб, установление влияния искривления скважин на точность оконтуривания и увязку рудных тел.

При сопоставлении данных разведки с результатами эксплуатации следует сравнивать не только запасы руды и заключенного в ней полезного компонента, но и ряд других параметров, определяющих технико-экономические показатели горнодобывающего предприятия.

Геолого-промышленные параметры, которые подлежат сравнению при сопоставлении данных разведки с результатами эксплуатации:

1) запасы руды и полезных компонентов, средние их содержания по месторождению, рудному телу, участку, блоку;

2) природные разновидности, технологические типы и сорта руд, закономерности их распределения в пределах месторождения, рудного тела;

3) морфология, размеры, элементы залегания, нарушенность, пространственное расположение рудных тел;

4) гидрогеологические и горнотехнические условия эксплуатации.

Особое внимание при сопоставлении следует уделять показателю среднее содержание полезного компонента в руде, который на стадии проектирования горнодобывающего предприятия определяет его технико-экономические показатели. Поэтому, если при общей удовлетворительной сходимости разведанного и фактического количества полезного компонента значения среднего содержания расходятся, следует сделать заключение о низкой достоверности, проведенной разведки. Ошибки в определении среднего содержания отрицательно влияют на выполнение годовых планов по выпуску полезных компонентов.

При сопоставлении данных разведки целиком месторождения или наиболее крупных рудных тел главное внимание обычно уделяется выяснению степени достоверности подсчета общих запасов руды и полезных компонентов и их среднего содержания.

При изучении достоверности разведки небольших участков важно правильно определить не только запасы руды, полезных компонентов, их среднее содержание, но и морфологию, нарушенность, условия залегания, пространственное распределение рудных тел в пределах горизонтов или отдельных эксплуатационных блоков, а также закономерности распределения природных разновидностей и технологических типов и сортов руд.

Сравнение запасов при сопоставлении данных разведки с результатами эксплуатации проводится в следующей последовательности:

1) оценка достоверности исходных данных для подсчета запасов руды и полезных компонентов;

2) подсчет запасов по данным разведки в границах сопоставления;

3) подсчет запасов по данным разработки в границах сопоставления;

4) анализ результатов сопоставления и причин расхождения в количестве разведанных и отработанных запасов.

Сравнения проводят на специально составленных погоризонтных планах, разрезах или проекциях. На графических материалах выделяются участки, на которых геологические контуры, размеры и элементы залегания рудных тел, нанесенные по данным эксплуатации, существенно отличаются от данных, полученных при разведке, и выясняется степень их влияния на точность определения геолого-промышленных параметров запасов. Затем выясняется сходимость запасов руды, полезных компонентов и их средних содержаний.

При анализе достоверности разведки небольших участков или эксплуатационных блоков вычисляются положительные и отрицательные

значения абсолютных и относительных погрешностей определения геолого-промышленных параметров по каждому участку или блоку, подсчитывается частоты встречаемости положительных и отрицательных погрешностей, их минимальные и максимальные значения. На основании полученных данных делаются заключения, о случайном или систематическом характере выявленных ошибок.

На основе анализа результатов сопоставления необходимо установить причины выявленных расхождений в запасах и значениях геолого-промышленных параметров. По результатам анализа следует установить влияние расхождений в значениях каждого параметра на общее изменение разведанных запасов и технико-экономических показателей горнодобывающего предприятия. При необходимости надо обосновать введение поправочных коэффициентов на запасы или подсчетные параметры. В случаях, когда при сопоставлении данных разведки с результатами эксплуатации месторождений выявляются систематические ошибки в определении подсчетных параметров (мощности тел полезного ископаемого, содержания полезных компонентов), необходимо оценить их величину и целесообразность введения поправочных коэффициентов.

*Контрольные вопросы:*

С какой целью производится сопоставление данных разведки с результатами эксплуатации месторождений?

Какие существуют методы оценки достоверности разведки месторождений?

Какие геолого-промышленные параметры подлежат сравнению при сопоставлении данных разведки с результатами эксплуатации?

В какой последовательности проводится сравнение запасов при сопоставлении данных разведки с результатами эксплуатации?

## **12-лекция. Экономика горного производства (горного бизнеса)**

Многочисленные и разнообразные потребности в материалах и энергии человеческое общество черпает из природных ресурсов. В состав этого понятия принято включать минеральные, почвенные, водные, атмосферные, биологические (растительные и животные) ресурсы и энергию солнечной радиации. На протяжении всей истории своего развития человек учился все более полно осваивать и перерабатывать сотворенные природой ресурсы, породив собственную, техногенную материально-ресурсную базу. Исходным звеном всей цепочки материально-энергетических преобразований в материальном производстве были и остаются природные ресурсы, в первую очередь – *минеральные ресурсы*.

Горный бизнес представляет собой род занятий, в котором физическое или юридическое лицо, привлекая наряду с минеральными другие природные, трудовые, финансовые и информационные ресурсы, производит

товары или услуги, реализуемые затем другим физическим или юридическим лицам, получая при этом больше средств, чем было затрачено в процессе производства, т.е. получить прибыль.

Горное производство представляет собой процесс материального производства, при котором товарный продукт получается путем добычи из недр полезных ископаемых.

Полезными ископаемым называют природный газ, жидкость, минерал или минеральный агрегат, по своим физическим свойствам или химическому составу находящий применение в современном материальном производстве в своем природном виде или в качестве сырья для извлечения одного или нескольких ценных компонентов.

Полезные ископаемые залегают в недрах в виде обособленных природных скоплений, называемых *месторождениями*, которые могут быть разработаны *горнодобывающими предприятиями*. Именно месторождения полезных ископаемых являются в горном производстве объектами предпринимательской деятельности.

В качестве объектов предпринимательской деятельности месторождения полезных ископаемых обладают некоторыми *специфическими свойствами*:

1) *Месторождения полезных ископаемых являются недвижимостью. Они располагаются там, где создала их природа.* Условия районов, где находятся месторождения, отнюдь не всегда благоприятны для строительства предприятий и организации производства.

2) *Ресурсы доступных месторождений полезных ископаемых невозполнимы.* В процессе добычи месторождения постепенно истощаются и, наконец, перестают существовать. Время, в течение которого созданное горное предприятие полностью срабатывает запасы базового месторождения, *относительно невелико* (в среднем от 5–10 до 20–40 лет).

3) Месторождения полезных ископаемых созданы природой и своим существованием обязаны случайному сочетанию большого числа различных природных факторов. Поэтому, практически каждое *месторождение имеет свои, индивидуальные особенности*, влияющие на технологию и экономику создаваемых на их базе горных предприятий. Соответственно, почти каждое горное предприятие по своим технико-экономическим показателям *индивидуально*.

4) *Месторождения полезных ископаемых скрыты в недрах.* Их особенности, количественные и качественные характеристики, являющихся исходными данными при проектировании горных предприятий, могут быть определены только на основании предшествующих геологических исследований (разведки) и только *приблизженно*. Степень этого приближения влияет на сходимость проектной и реально достигаемой величин прибыли от эксплуатации.

Наряду с вышеприведенными характеристиками, горное производство обладает еще рядом *привлекательных для предпринимателя черт*:

1) *Продукция горной промышленности имеет в большинстве случаев устойчивый спрос*, причем невозполнимость минеральных ресурсов

создает определенную гарантию сохранения и даже роста этого спроса. Для предпринимателя в горном бизнесе в большинстве случаев не возникает проблемы рекламирования своей продукции. Рекламируются обычно возможности горнодобывающей фирмы, ее опыт и авторитет, а не сама продукция, качество которой обычно стандартизировано.

2) *Возникающие в горной отрасли типы рынков часто характеризуются ослабленной конкуренцией производителей.* Предприятие, уже занявшее свое место в сложившейся системе производителей данной продукции, в течение определенного времени может рассчитывать на стабильные условия работы и незначительное давление конкурентов. Равновесие подобных систем нарушается, и конкуренция обостряется только с падением спроса или с появлением нового производителя, претендующего на место в сложившемся рынке.

3) *Горная промышленность пользуется вниманием и поддержкой правительств стран-производителей.* Добыча полезных ископаемых, особенно полезных ископаемых стратегического значения (энергоносители, основные металлы, золото, алмазы), имеет для стран производителей большое политическое значение, обеспечивая их экономическую независимость и определенный политический статус в мировой системе.

4) *Горное производство характеризуется относительно высоким абсолютным уровнем прибылей.* Горная промышленность характеризуется громадными объемами производства и колоссальными обращающимися капиталами. Даже для сравнительно небольших предприятий годовой оборот капиталов обычно измеряется миллионами долларов. Для крупных предприятий это десятки и сотни миллионов долларов. Относительная прибыльность (рентабельность) горных предприятий на месторождениях с благоприятными условиями (высокой горной рентой) достаточно высока и может достигать десятков процентов, значительно превышая средний уровень доходности на банковский капитал.

#### Особенности рынка минерального сырья

Экономическая теория рассматривает рынок как отношения производителей продукта (продавцов) и его потребителей (покупателей).

В зависимости от числа производителей и потребителей продукции, вступающих в рыночные отношения, выделяются следующие модели рынков (таблица 10).

## Предлагаемые модели рынков

Количество потребителей	Количество производителей		
	Много	Несколько	Один
Много	Чистая конкуренция	Чистая олигополия	Чистая монополия
Несколько	Ограниченная монополия потребителя	Двусторонняя олигополия	Ограниченная олигополия потребителя
Один	Чистая монополия	Ограниченная монополия	Двусторонняя монополия

В условиях рынка чистой конкуренции стандартизованная продукция производится множеством производителей и находит множество потребителей. Цена на продукцию в условиях такой модели рынка устанавливается под воздействием спроса и предложения и не зависит от действий отдельных производителей. Новый производитель относительно может легко войти в рынок и также легко быть вытеснен с него. Олигопольная модель отвечает ситуации, в которой продукт производится ограниченным числом производителей (обычно не более нескольких десятков), каждый из которых вынужден координировать свои цены с ценами других производителей.

Цены на олигопольном рынке обычно относительно устойчивы, но новому производителю вклиниться в сложившуюся систему затруднительно. В условиях рынка чистой монополии уникальный продукт производится единственным производителем, который диктует потребителям свою цену.

Наконец, чистая монополия соответствует условиям, в которых на продукцию имеется единственный потребитель, диктующий цену со своей стороны.

Продукция горных предприятий – минеральное сырье – является сырьем, используемым для производства новых товаров и услуг. В качестве его потребителей обычно выступают другие предприятия-производители. Число предприятий, выступающих в качестве потребителей данного вида минерального сырья, может быть любым, от практически бесконечно большого, до единицы.

С другой стороны, количество производителей минерально-сырьевой продукции обычно относительно невелико, либо в силу природной редкости источников этого сырья (месторождений), либо (для общераспространенных видов), в силу экономической нецелесообразности дальней транспортировки сырья и локальности образующихся рынков.

Исходя из этого, наиболее распространенными моделями рынков минерального сырья оказываются конкурентная, олигопольная, монополия или монополия, со всеми переходными вариантами. Конкретный тип рынка, складывающийся в той или иной минерально-сырьевой подотрасли, для того или иного географо-экономического региона (вплоть до глобального

масштаба) в значительной степени определяется особенностями их производства и потребления.

Простая модель *чистой конкуренции* приложима только к рынкам чистых металлов, реализуемых через биржи (медь, свинец, алюминий, никель, золото, серебро, платиноиды).

*Олигопольные модели рынков* производителей и потребителей свойственны для большинства видов минерального сырья: нефти, газа, бокситов, строительных материалов, химического, технического и керамического сырья. Для этих минеральных видов сырья характерны большие объемы потребления, которые требуют организации стабильности и равномерности их поставок потребителям. Здесь, наряду с ценовой привлекательностью, производитель сырья должен предложить вероятным потребителям варианты транспортировки сырьевых ресурсов с минимальными издержками. Цены на сырье в таких случаях, являются компромиссными с обеих сторон и в меньшей степени зависят от рыночной конъюнктуры.

Рынки типов *чистой монополии* и *чистой монополии* в минерально-сырьевой отрасли относительно редки и иногда могут быть связаны с деятельностью одного и того же конкретного предприятия. Так, мировой рынок необработанных алмазов практически монополизирован компанией Де-Бирс. При этом, для фирм, осуществляющих огранку бриллиантов, изготовление алмазного инструмента и т.п., Де-Бирс выступает в качестве монопольного поставщика, а для фирм, осуществляющих добычу алмазов – в качестве монопольного потребителя.

Аналогичную позицию занимает аффинажный концерн «Джонсон Маттэй» (Великобритания), занимаясь аффинажем более чем 90% платиноидов со всего мира (без России), является монопольным покупателем сырья, олигопольным производителем аффинированной платины и монопольным продавцом редких платиноидов: осмия, иридия, рутения и родия. Монопольным производителем природного газа в России является РАО «Газпром», добывающий и реализующий свыше 90% российского газа.

Черты чистой монопольного производителя может приобрести предприятие по добыче какого-то совершенно уникального вида сырья. Так, например, уникальным в мире является месторождение своеобразного ювелирно-поделочного камня – чаройта (Республика Саха-Якутия).

*Рынок типа двусторонней монополии* возникает в таких условиях, когда единственный потребитель, вследствие ограниченности коммуникаций, специфики технологического процесса, способен потреблять только сырье строго определенного сорта (марки), а поставлять такое сырье может единственный производитель. Цены на продукцию рынка двусторонней монополии определяются компромиссным соглашением двух сторон.

*Чистая монополия рыночная структура* в минерально-сырьевой отрасли может складываться в условиях, когда крупный металлургический или химический завод оказывается единственным потребителем сырья

нескольких рудников ближайшего региона, в силу каких-то причин лишенных возможности вывоза своей продукции за его пределы.

В рыночных условиях формирование объемов потребления и цены минерального сырья происходит под влиянием действия законов спроса и предложения.

*Закон спроса* – потребители при высоких ценах приобретают товары и услуги в меньшем объеме, чем при более низких.

*Закон предложения* – производители производят больше данного товара при более высоком уровне цен на него, чем при более низком.

*Цена равновесия* на какой-либо товар определяется пересечением кривых спроса и предложения. При любой цене, превышающей равновесную, величина предложения окажется больше величины спроса.

Этот *избыток* вызовет конкурентное сбивание цены продавцами, стремящимися избавиться от своего излишка. Снижение цены сократит предложение товара и одновременно побудит покупателей приобретать его в большем количестве. Наоборот, любая цена ниже равновесной влечет за собой возникновение *нехватки* товара, когда величина спроса превышает величину потребления. Предлагаемые конкурирующими покупателями надбавки к цене будут толкать ее к равновесному уровню. А такое повышение цен одновременно заставляет производителей увеличить предложение, а потребителей уменьшить объем покупок товара.

*Равновесное состояние* спроса и предложения может изменяться во времени под влиянием изменений технологии производства, цен на потребляемые производителем ресурсы (труд, капитал, сырье) или налогов, а также вследствие действия других неценовых факторов.

*Контрольные вопросы:*

1. Что в горном производстве является объектами предпринимательской деятельности? Какими специфическими свойствами они обладают?

2. Какими привлекательными для предпринимателя особенностями обладает горное производство?

3. Какие можно выделить модели рынков, в зависимости от числа производителей и потребителей продукции, вступающих в рыночные отношения?

4. Под влиянием действия каких законов может происходить формирование объемов потребления и цены минерального сырья?

5. Дайте определение законам спроса и предложения на минеральное сырье?

### 13-лекция. Экономическая эффективность эксплуатации месторождений. Товарные продукты горного производства. Классификация минерального сырья

В настоящее время из недр извлекается около 200 видов полезных ископаемых. Приведенная ниже экономическая классификация полезных ископаемых и минерального сырья построена на признаке преимущественного использования отдельных групп в отраслях промышленности. В ней выделено 8 групп и 35 подгрупп полезных ископаемых (таблица 11). Некоторые полезные ископаемые многоотраслевого использования вынужденно повторяются в разных подгруппах.

По отношению к *транспортным издержкам* минеральное сырье подразделяются на две группы:

- *сырье повсеместного размещения или общераспространенные полезные ископаемые;*
- *локализованное сырье* из индивидуально расположенных месторождений.

К первой группе относятся материалы, более менее одинаково размещены по территории региона – подземные воды, глина, песок, песчано-гравийная смесь, известняк, строительный камень и др. Транспортные издержки делают экономически целесообразными перемещения этих видов дешевого сырья на большие расстояния.

К локализованным материалам относятся те виды, которые в силу геологических или экономических причин могут быть вовлечены в производство лишь в определенных местах – участках расположения их месторождений. К этой группе относится подавляющее большинство видов минерального сырья.

*По степени освоенности* минеральные виды полезных ископаемых подразделяются на традиционные и нетрадиционные.

К *традиционным полезным ископаемым* относятся большинство основных видов минерального сырья, используемых потребителями для производства определенных товаров и услуг в течение продолжительного периода времени (десятки и сотни лет).

*Нетрадиционные полезные ископаемые* представляют собой новые минеральные виды, ранее не вовлекаемые в производство. Большинство традиционных полезных ископаемых в недалеком прошлом также были нетрадиционными, а зачастую и экзотическими: например, алюминий в XIX веке считался редким драгоценным металлом, а урановые руды – лишь сырьем для производства радиевой люминесцирующей краски. К появлению новых нетрадиционных источников сырья приводит открытие промышленных концентраций нового минерала или минерала, известного ранее лишь как аксессуарного; новой парагенетической ассоциации промышленного минерала; новых полезных свойств у известного промышленного минерала. Вовлечение в оборот новых и нетрадиционных

видов минерального сырья – важный элемент интенсивного воспроизводства минерально-сырьевой базы.

Таблица 11.

Классификация основных видов полезных ископаемых

<i>I. Твердое топливно-энергетическое и химическое сырье</i>	<i>V. Техническое сырье, драгоценные, полудрагоценные и поделочные камни</i>
Каменный уголь – коксующийся, антрацит, энергетический	Поделочные камни: первого класса – нефрит, родонит, лазурит, малахит и др.; второго класса – агальматолит, обсидиан и др.; третьего класса – лабрадорит, мрамор, яшма и др.; поделочные камни органического происхождения: мамонтовая кость, окаменелое дерево.
3. Бурый уголь и лигниты	
2. Уран	
4. Горючие сланцы	
5. Торф	
<i>II. Жидкое и газообразное топливно-энергетическое и химическое сырье</i>	Сырье для каменного литья: диабазы, базальты и др.
1. Нефть	7. Каменные кислотоупоры
2. Природный газ	<i>VI. Сырье для строительной индустрии</i>
3. Газовый конденсат	Строительные камни: стеновые (изверженные, осадочные, метаморфические горные породы), кровельные (сланцы и др.), дорожные (галька, гравий, щебень), бутовые
4. Попутный нефтяной газ	
<i>III. Металлы</i>	Облицовочные камни: мраморы, граниты, лабрадориты и др.
1. Черные металлы: Fe, Mn, Cr, Ti, V	
Цветные металлы: Al, Mg, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Sn, W, Mo, Hg, Bi, Sb, As	Цементное сырье: мергели, известняки, глинистые сланцы, глины и др.
3. Редкие металлы: Li, Be, Nb, Ta, Zr, РЗМ, Sr	
Рассеянные элементы: Sc, Ga, Ge, Rb, Cz, Cd, In, Ta, Se, Te, Ga, Re	Наполнители бетона: щебень, песок и др.
5. Благородные металлы: Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Os, Ro, Ru	Вяжущие материалы: мергели, известняки, глины гипс, ангидрит
6. Радиоактивные металлы: Th, Ra	
<i>IV. Нерудное сырье для металлургии</i>	Гидравлические добавки: трассы, пемза, диатомиты, трепел, опока, перлит и др.
Флюсы, известняки и др., карбонаты, плавиковый шпат	
	Минеральные краски: мумие, охра, умбра

Огнеупоры: магнезиты, доломиты, огнеупорные глины, кварциты, графит, пиррофиллит, формовочные пески	Стекольно-керамическое сырье: стекольные пески, полевошпат, пегматиты, керамические глины, каолин
Высокоглиноземистое сырье: нефелиновые сиениты, алуныты, силлиманит, кианит, андалузит, диаспор	<i>VII. Горнохимическое сырье</i>
<i>V. Техническое сырье, драгоценные, полудрагоценные и поделочные камни</i>	Химическое сырье: натрийсодержащие соли, сера, серный колчедан, сульфаты кальция, бария, алуныт, карбонатное сырье
Абразивы: алмазы технические, корунд, топаз, гранат, кварц	Агрономическое сырье: фосфориты, апатиты, калийные соли, бораты, глауконит, селитра, известняки
Пьезооптическое сырье: пьезокварц, оптический кварц, исландский шпат, оптический флюорит	
	<i>VIII. Воды</i>
Тепло- и электроизоляционное сырье: асбест (хризотил-асбест и др.), тальк и тальковый камень, слюда (мусковит, флогопит, вермикулит)	Подземные воды: питьевые, технические, геотермальные, минеральные, бальнеологические (углекислые, сероводородные; радиоактивные и др.), соляные воды, нефтяные воды, содержащие бром, йод и др.
Драгоценные и полудрагоценные камни: первого класса – алмаз, рубин, сапфир, изумруд, александрит и др.; второго класса – топаз, аквамарин, красный турмалин; третьего класса – благородные разновидности гранатов, кордиерита, кианита, эпидота, турмалина и др.; драгоценные камни органического происхождения (жемчуг, коралл, янтарь и др.)	Поверхностные воды: озерные рассолы (рапа и др.), морские воды (как источник для получения магния и др.)
	Минеральные грязи и илы
	<i>IX. Газы</i>
	Азот
	Углекислый газ
	Инертные газы: гелий, неон, аргон, радон
	Сероводород

Тем не менее, ввиду традиционной консервативности горного производства их освоение зачастую растягивается на длительные сроки, не смотря на преимущественные качества новых минеральных видов. Это обусловлено отсутствием первоначального рынка сбыта, который требуется организовать и развивать, а также консерватизмом потребителей,

привыкшим к традиционным видам сырья и с осторожностью относящимся к новым альтернативам.

С позиции гарантированного обеспечения государственных потребностей стран – производителей минерального сырья стратегическими и дефицитными видами ресурсов недр, наличие которых влияет на их национальную безопасность, обеспечивает основы их суверенитета, а также для выполнения обязательств по их международным договорам, среди множества видов полезных ископаемых выделяется *группа стратегических видов минерального сыр (СВМС)*, объемы добычи которых регулируются правительствами этих стран. Наиболее часто в списке СВМС встречаются хром, марганец, титан, никель, кобальт, олово, ванадий, цирконий, молибден, вольфрам, платиноиды, редкоземельные элементы. С течением времени их качественный состав может меняться. В перечень СВМС США включен 91 вид металлов и материалов минерального происхождения. Стоимость накопленных к настоящему времени стратегических запасов США составляет 11,5 млрд. долл., а недостающая часть оценивается в 7,7 млрд. долл. Среди других стран наиболее крупными стратегическими запасами обладают Франция, Великобритания и Германия.

#### Единицы измерения минерального сырья

Меры измерения большинства твердых полезных ископаемых производят в единицах массы: в России, Франции, Германии – в метрических тоннах, в США и Великобритании – в коротких или длинных (английских) тоннах, по 907,2 и 1016,0 кг, соответственно. Измерение сыпучих полезных ископаемых (песков, гравия, а также песков для промывки в россыпях), строительного и облицовочного камня и природного газа осуществляется в объемных единицах: кубический метр ( $\text{м}^3$ ), кубический ярд, равный  $0,764 \text{ м}^3$  и сухой баррель, равный в США  $115,6 \text{ дм}^3$ , а в Великобритании –  $163,6 \text{ дм}^3$ . Запасы и объемы добычи нефти в России принято измерять в единицах массы (метрических тоннах), а в западных странах чаще пользуются объемными единицами – нефтяной баррель, равный  $159,0 \text{ дм}^3$  или  $\sim 150 \text{ кг}$  нефти плотностью  $935 \text{ кг/м}^3$ . Нефтепродукты измеряются в английских ( $4,55 \text{ дм}^3$ ) или американских ( $3,87 \text{ дм}^3$ ) галлонах. Энергоносители измеряются также в *тоннах условного топлива*, сокращенно *тут*, отвечающим расходу энергетического сырья на образование  $7 \cdot 10^9$  кал ( $29,3 \cdot 10^9$  дж) тепла. Одна тонна условного топлива равна  $258 \text{ кг}$  нефти,  $93,9 \text{ м}^3$  природного газа,  $605 \text{ кг}$  угля,  $1,4 \text{ т}$  торфа или  $16,5 \text{ г}$  урана. В качестве мер измерения цветных металлов применяются: метрическая тонна, килограмм и английский торговый фунт весом  $453,6 \text{ г}$ . Запасы и объемы добычи благородных металлов в России измеряют в кг (г), а в США, Англии, ЮАР и ряде других стран используются тройские (монетные) фунты и унции, составляющие  $373,2$  и  $31,103 \text{ г}$ , соответственно, а также пенниуйт –  $1/20$  унции =  $1,5550 \text{ г}$ . Для алмазов и драгоценных камней используют меры веса – карат и гран –  $0,200 \text{ г}$  и  $0,065 \text{ г}$ , соответственно.

#### Виды товарной продукции товарного сырья

В зависимости от области использования полезного ископаемого и некоторых особенностей этого использования, в качестве товарного продукта горных предприятий могут выступать:

- 1) *Полезное ископаемое* (газ, жидкость, руда или горная масса), непосредственно добытое из недр в природном виде или после обработки, придающий потребительские свойства и выполняемой на месте добычи (обезвоживание, деэмульсия и обессоление нефти, сепарация газа, осветление и обеззараживание питьевых вод, для твердых продуктов: сортировка, отмывка, размол, распиловка, иногда – обжиг).
- 2) *Концентрат*, полученный при обогащении добытого сырья и используемый как полуфабрикат для дальнейшей переработки в один или несколько товарных продуктов.
- 3) *Металл, кристаллосырьё* или иной *минеральный продукт*, которые при обогащении добытого сырья имеют товарный вид уже после первичной переработки.

#### **14-лекция. Годовая производительность горного предприятия и экономическая эффективность капитальных затрат**

Годовая производительность горного предприятия является одним из важнейших параметров разработки месторождений и, следовательно, ведущим показателем оценки природного ресурса. От нее зависит величина выпускаемой товарной продукции и степень удовлетворения ею потребностей народного хозяйства. Годовая производительность рудника определяет срок эксплуатации месторождения, капиталовложения для его освоения, уровень эксплуатационных расходов, величину ежегодной прибыли и другие технико-экономические показатели разработки природного ресурса.

Для установления производительности горного предприятия основное значение имеют:

запасы месторождения и их качество;

горнотехнические условия развития добычи руды, сроки освоения и разработки данного объекта;

разведанность природного ресурса и геологические перспективы увеличения его запасов.

*Годовая производительность предприятия определяется*

При освоении месторождений с очень значительными, иногда практически неограниченными запасами (месторождения железных руд, цементного сырья и др.) *годовая производительность предприятия определяется*, исходя из потребностей в данном виде минерального сырья.

*При определении годовой производительности.....*

учитываются темпы развития соответствующей отрасли промышленности и обеспечение ее производства за счет существующих и намечаемых к строительству предприятий.

Одновременно определяется долевое участие в этом производстве будущего предприятия, предназначенного для эксплуатации оцениваемого месторождения.

Виды производительности

Вопросы, связанные с производительностью горного предприятия, глубоко и всесторонне исследованы академиком М. И. Агошковым.

Различают годовую *производительность предприятия по горным возможностям* и *экономически целесообразную (оптимальную) производительность*.

*Производительность по горным возможностям* характеризует верхний предел годовой добычи полезного ископаемого на рассматриваемом месторождении (или его части) при данном уровне развития научно-технического прогресса.

Экономически целесообразной....

или оптимальной считается годовая производительность, при которой достигаются наилучшие экономические показатели эксплуатации месторождения (себестоимость продукции, приведенные затраты на ее получение).

Годовая добыча рудника зависит от многочисленных факторов, главнейшие из них:

Факторы геологические, определяющие индивидуальную характеристику данного месторождения – число рудных тел, их форму, размеры, углы падения, глубину залегания, физические свойства руды и вмещающих пород, гидрогеологические условия, рельеф поверхности.

Факторы горнотехнические, устанавливающие способ вскрытия, размеры шахтных полей и порядок их отработки, систему разработки и размеры их основных элементов, число одновременно разрабатываемых этажей.

Факторы организационно-технические, включающие техническую оснащенность рудника и средства механизации горных пород, число рабочих дней и смен в году, скорость проходки горнокапитальных и подготовительных выработок.

Определение годовой производительности горного предприятия

М. И. Агошковым разработаны *два основных метода определения годовой производительности рудника по горным возможностям*:

- 1) по интенсивности разработки месторождения, выражаемой годовым понижением горизонта выемки месторождения;
- 2) по условиям развития очистных работ на месторождении (в шахтном поле).

Первый метод определения

*Определение годовой производительности рудника по интенсивности разработки месторождения* применяется в основном при эксплуатации

наклоннозалегających и крутопадающих месторождений. Для ее расчета используется следующая формула.

$$A_{\max} = VS\gamma \frac{K_{\text{и}}}{K_{\text{к}}},$$

где  $V$  — годовое понижение очистной выемки по вертикали в среднем по всей рудной площади месторождения, м/год;  $S$  — рудная площадь месторождения, м<sup>2</sup>;  $\gamma$  — объемная масса руды, т/м<sup>3</sup>;  $K_{\text{и}}$  — коэффициент извлечения руды из месторождения;  $K_{\text{к}}$  — коэффициент изменения качества руды,  $K_{\text{к}} = 1 - P$  ( $P$  — коэффициент разубоживания при добыче).

*Определение годовой производительности рудника по условиям развития очистных работ на месторождении применяется*

при эксплуатации горизонтальных и пологопадающих месторождений.

Годовая добыча  $A$  является функцией производительности забоя, числа одновременно действующих забоев в пределах одной выемочной единицы и числа выемочных единиц (камер, блоков), находящихся в стадии очистной выемки.

Выражение этой общей зависимости для разнообразных условий залегания и разработки рудных месторождений может быть различным.

Так, для камерной разработки пологопадающих и горизонтальных месторождений годовая добыча из очистных работ равна:

$$A' = naLq,$$

где  $a$  — ширина камеры или забоя;  $n$  — число камер в работе;  $L$  — среднегодовое подвигание забоя в камерах с учетом резерва;  $q$  — выход руды с 1 м<sup>2</sup> рудного тела.

*Оценка экономической эффективности использования месторождения и эффективности геологоразведочных работ*

Оценка экономической эффективности

*Оценка ожидаемой экономической эффективности от использования месторождения в народном хозяйстве необходима на всех стадиях геологоразведочных работ.*

По результатам поисково-оценочных работ на основе прогнозных ресурсов может быть получено только весьма ориентировочное представление о возможной промышленной значимости месторождения.

На стадии разведки такая оценка производится - при обосновании временных кондиций к подсчету запасов и при составлении технико-экономического доклада (ТЭД) по результатам подсчета запасов.

Оценка экономической эффективности

В стадию детальной разведки обеспечивается оценка основных промышленных параметров будущего предприятия и важнейших технико-экономических показателей его эксплуатации.

Эта задача решается дважды:

в первом приближении — при разработке кондиций к подсчету запасов, а более детально — в процессе проектирования горного предприятия.

*Оценка экономической эффективности использования месторождений* всегда имеет сравнительный, а не абсолютный характер.

*В процессе экономической оценки*

В основе экономической оценки в условиях рыночной экономики определяется рациональный вариант отработки месторождения по принципу получения максимального экономического эффекта – суммы доходов государства (в виде налогов) и инвестора (в виде чистой прибыли). В процессе экономической оценки месторождения *последовательно определяются и анализируются:*

доходы от эксплуатации месторождения;

расходы на эксплуатацию месторождения;

поступления в бюджет государства и внебюджетные фонды через налоги и отчисления;

чистый доход инвесторов (предпринимателей) после уплаты обязательных платежей;

структура денежных потоков с учетом фактора времени;

показатели экономической эффективности инвестиционного проекта отработки месторождений.

*Эксплуатационные затраты*

После того как предприятие построено и начата добыча полезного ископаемого, необходимо нести текущие затраты по обеспечению производственной деятельности, называемые *эксплуатационными затратами*.

Основными статьями эксплуатационных затрат в горном производстве являются:

1) Заработная плата рабочих, служащих и ИТР, занятых в производственном процессе и управлении им;

2) Отчисления в Пенсионный фонд и Фонд обязательного медицинского страхования;

3) Стоимость расходуемых материалов (ГСМ, взрывчатые вещества, крепежный лес, закладочный материал, малоценный и быстро изнашивающийся инструмент);

4) Стоимость запасных частей и комплектующих агрегатов (при ремонте машин и оборудования);

*Статьи эксплуатационных затрат*

5) Стоимость потребляемой электроэнергии (на работу основного и вспомогательного оборудования);

6) Отчисления на амортизацию основных фондов (машин, механизмов, транспортных средств, зданий, сооружений);

7) При производстве горных работ в предшествующий период и погашаемых в период действия горного проекта – отчисление на амортизацию произведенных ранее горных работ (на открытых выработках –

вскрыши, на подземных – горнокапитальных и подготовительных выработок);

8) Стоимость внутренней и внешней транспортировки грузов (подвоз расходуемых материалов, перевозки: руды – на обогатительную фабрику, пустой породы – в отвал, при цене CIF – готового минерального сырья к потребителю);

*Статьи эксплуатационных затрат*

9) Оплата услуг сторонним предприятиям и организациям (проектирование, охрана объектов, производство специализированных работ: строительно-монтажные работы, транспортировка ВВ и осуществление взрывных работ, обслуживание машин и механизмов и т.п.);

10) Выплаты налогов, учитываемых в себестоимость (налога за недропользование, налога на восполнение МСБ, плата за землю и др.);

11) Затраты на природоохранные мероприятия или отчисления в соответствующие накопительные фонды;

12) Накладные расходы (на содержание административно-управленческого аппарата, складов и пр.).

Оценка предстоящих затрат на допроектной стадии осуществляется тремя основными способами:

1) На основании статистических зависимостей искомых технико-экономических показателей от некоторых геологических, горных или географо-экономических характеристик оцениваемых месторождений, выводимых при анализе экономики предприятий данной отрасли.

2) Путем подбора проекта-аналога, составленного для действующего или запроектированного предприятия с близким уровнем производительности и сходными условиями, и применения к отдельным статьям затрат корректирующих коэффициентов, учитывающих индивидуальные особенности оцениваемого объекта.

3) Путем укрупненных прямых расчетов по некоторым нормативам затрат труда, материалов, энергии, потребностей в оборудовании и механизмах и т.п.

## **15-лекция. Геолого-экономическая оценка месторождений на разных стадиях геологоразведочных работ**

Вопросы геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых на различных стадиях геологоразведочных работ приобретают особую актуальность в связи с решением проблемы ускоренной геолого-экономической оценки месторождений. Эта проблема требует разработки комплекса мероприятий, направленных на быстрейшее выявление и вовлечение в эксплуатацию наиболее ценных месторождений полезных ископаемых на основе коренного совершенствования методологических основ прогнозирования и оценки недр на всех стадиях геологоразведочных работ. При ее успешной реализации объекты, заслуживающие дальнейшего

изучения и безусловного промышленного освоения, должны выявляться и оцениваться, а многочисленные мелкие проявления полезных ископаемых, не представляющие интереса для горной промышленности, уверенно отбраковываться уже на ранних стадиях исследований. Поэтому проблема ускоренной геолого-экономической оценки месторождений сводится не столько к ускорению темпов проведения важнейших видов геологоразведочных работ или частичному совмещению смежных стадий, сколько к резкому повышению их эффективности, обеспечению большей достоверности геологических прогнозов и геолого-экономических оценок объектов исследования по результатам каждой стадии геологоразведочных работ.

Основные задачи прогнозных, поисковых и разведочных работ на современном этапе сводятся прежде всего к выявлению и оценке крупных и средних по масштабам месторождений, играющих главную роль в балансе запасов важнейших полезных ископаемых и их добыче. В перспективе следует стремиться к научному обоснованию прогноза и выявлению в первую очередь уникальных месторождений. Со временем решение этих задач становится все труднее и труднее в связи с усложнениями условий поисков и непрерывным ростом затрат на выявление месторождений.

#### **Особенности оценки на стадиях поисковых и поисково-оценочных работ.**

Использование элементов *геолого-экономической оценки* возможно уже по результатам стадии *региональных геологосъемочных работ*, хотя эта оценка производится *весьма приближенно*, в самом общем виде только *по принципу аналогии*.

Поскольку прогнозные ресурсы определяются отдельно для каждого вида полезных ископаемых с учетом геолого-промышленных типов месторождений, их вероятных масштабов и диапазонов средних содержаний полезных компонентов возможных интервалов и глубин распространения, а также других характеристик, в прогнозные оценки ресурсов вносятся элементы геолого-экономической оценки. При оценке перспектив отдельных районов на выявление комплексов полезных ископаемых и планировании дальнейших поисково-съемочных работ учитываются также их географо-экономическое положение, потребности народного хозяйства в прогнозируемых видах минерального сырья и вероятный уровень затрат на выявление месторождений, их разведку и промышленное освоение.

Для оценки возможной экономической значимости прогнозных ресурсов могут быть использованы данные о минеральном составе полезного ископаемого и геологических условиях его проявления, установлены на участках детализационных работ и обеспечивающие совокупность сведений для суждения о геолого-промышленном типе потенциального месторождения.

Поскольку целевое назначение поисковых работ сводится к выявлению поисковых признаков месторождений полезных ископаемых и к

геологической оценке обнаруженных аномалий, ореолов или участков повышенной минерализации, для суждения об их экономической значимости могут быть использованы только два показателя: прогнозные запасы полезного ископаемого и ориентировочные содержания полезных компонентов.

В общем случае можно считать, что *по результатам поисковых работ* дается *геологическая оценка возможного значения обнаруженных объектов* (аномалий, участков повышенной минерализации или рудопроявлений), которая является основанием для решения вопроса о необходимости постановки дальнейших поисково-оценочных работ.

*В результате поисково-оценочных работ уже возможна прогнозная геолого-экономическая оценка* потенциального месторождения, поскольку целевое назначение этой стадии сводится к выявлению объектов, заслуживающих постановки предварительных разведочных работ, и к массовой отбраковке явно непромышленных рудопроявлений.

Поисково-оценочные работы проводятся для прогнозной оценки промышленных перспектив большинства рудных и нерудных месторождений твердых полезных ископаемых в масштабе 1: 2000 на участках рудных полей, оцененных поисковыми работами как потенциальные месторождения. Специфическая особенность этой стадии заключается в том, что объекты изучения и оценки в данном случае совпадают, поскольку в результате поисково-оценочных работ должна быть обеспечена прогнозная геолого-экономическая оценка потенциального месторождения в целом.

*По результатам поисково-оценочных работ составляются прогнозные технико-экономические соображения (ТЭС)*, в которых приводится ориентировочная геолого-экономическая оценка потенциального месторождения, как возможного объекта будущей эксплуатации. При их составлении могут использоваться все показатели, характеризующие ценность месторождения и возможную эффективность его эксплуатации. Из показателей, характеризующих эффективность капиталовложений, на этой стадии целесообразно устанавливать лишь ориентировочную общую сумму капитальных затрат на строительство промышленного комплекса.

**Особенности геолого-экономической оценки месторождений на разведочных стадиях.**

Объектом исследования при проведении предварительной разведки является весь потенциально рудоносный объем недр, т.е. месторождение в целом, а объектами оценки — отдельные его участки, продуктивные толщи или зоны, которые, в свою очередь, разделяются на подсчетные блоки.

На этой стадии должна быть дана также оценка общих горно-геологических условий эксплуатации с детальностью, обеспечивающей выбор способа вскрытия и вероятных систем отработки полезного ископаемого.

*Геолого-экономическая оценка по данным предварительной разведки* должна освещать природные и экономические факторы, имеющие существенное значение для выбора варианта освоения месторождения, и

содержать анализ влияния этих факторов на выбор основных технологических решений.

По совокупности материалов предварительной разведки *составляется технико-экономический доклад* (ТЭД), в котором отражается экономическая целесообразность промышленного освоения месторождения. В технико-экономических докладах рассматриваются предварительные данные о возможных способах вскрытия и системах разработки месторождений, о масштабах добычи, технологических схемах переработки полезных ископаемых, возможных выходах и качестве товарной продукции, рассчитываются все основные оценочные показатели, а также обосновываются выводы о целесообразности совмещения детальной разведки со вскрытием месторождения и подготовкой его к разработке.

**Технико-экономический доклад обычно содержит следующие разделы.**

***I. Экономико-географические условия освоения месторождения***

***II. Геологическая часть:*** 1) геологическое строение района и месторождения; 2) гидрогеологическая характеристика месторождения; 3) краткая характеристика проведенных геологоразведочных работ; 4) опробование; 5) запасы месторождения и качество руды; 6) удельное значение запасов месторождения в балансе запасов данного типа полезного ископаемого для района (и всей страны)

***III. Технология добычи и переработки руды:*** 1) горнотехнические условия эксплуатации месторождения; 2) выбор способа отработки месторождения; 3) способ разработки и технология ведения горных работ; 4) годовая производительность предполагаемого промышленного предприятия; 5) технология переработки руды.

***IV. Экономическая часть:*** 1) товарная продукция в натуральном и денежном выражении; 2) себестоимость добычи, обогащения и металлургического передела; 3) прибыльность и рентабельность отработки месторождения; 4) капитальные вложения в строительство предприятия и их эффективность; 5) технико-экономические показатели эксплуатации оцениваемого месторождения.

***V. Проект кондиций на минеральное сырье.***

Расчетные данные по геолого-экономической оценке месторождений могут быть получены двумя способами: 1) по данным проектов, проектных заданий и ТЭД для аналогичных месторождений; 2) путем прямых технико-экономических расчетов на основе полученных при разведке фактических данных.

Детальная разведка проводится только на тех месторождениях, которые получили положительную оценку по результатам предварительных разведочных работ и по данным ТЭД заслуживают первоочередного промышленного освоения.

***Геолого-экономическая оценка месторождения по данным детальных разведочных работ,*** производится по тем же показателям, что и оценка месторождения на стадии предварительной разведки, т.е. по годовой

производственной мощности предприятия, выпуску товарной продукции, себестоимости, прибыльности и рентабельности разработки месторождения, капиталовложениям и их эффективности и т.д. Разница в оценке месторождения на стадиях предварительной и детальной разведок заключается в том, что при детальной разведке оценочные показатели устанавливаются не только для месторождения в целом, но и для отдельных его участков (горизонтов, блоков, рудных тел, различных природных типов и промышленных сортов руд). Большую роль играет также достоверность исходных данных. Для месторождения, прошедших стадию предварительной разведки, достоверность исходных данных будет сравнительно невысокой. После детальной разведки достоверность исходных данных должна быть такой, чтобы можно было безошибочно проводить работу по проектированию конкретного промышленного предприятия.

Численное значение каждого из оценочных показателей обычно устанавливается расчетным путем. Исходными должны служить цифры, полученные на основании глубокого, всестороннего изучения месторождения. Эти данные необходимыми поправками могут быть взяты из технических проектов эксплуатации аналогичных месторождений.

Одновременно с геолого-экономической оценкой месторождения, по результатам детальных работ, обосновываются постоянные кондиции на минеральное сырье данного природного ресурса для подсчета его запасов.

Таким образом, принципиальные различия геолого-экономической оценки месторождения полезных ископаемых на разных стадиях геологоразведочных работ заключаются в постепенном увеличении числа оценочных показателей и детальности их определения; кроме того, на стадии поисковых разведочных работ эти показатели рассчитываются на основе прогнозных ресурсов, а на последующих стадиях - соответственно на базе предварительно оцененных (по категории  $C_2$ ) или детально разведанных (категории  $A+B+C_1$ ) запасов.

Оценка месторождений стадии детальных разведочных работ является окончательной и позволяет принимать однозначное решение о народнохозяйственном значении природного ресурса. Ее результаты уточняются в процессе проектирования промышленного комплекса для эксплуатации оцениваемого объекта.

### **Особенности геолого-экономической оценки месторождений в условиях действующих горных предприятий.**

После передачи месторождения в промышленное освоение сведения о разведанных запасах уточняются по мере их вскрытия, подготовки и отработки, а в районе горного отвода продолжаются геологоразведочные работы по выявлению и оценке новых, дополнительных запасов полезных ископаемых. Все эти виды работ производятся одновременно, но, как правило, на различных участках месторождения и составляют содержание его эксплуатационной разведки и доразведки.

При проведении геологоразведочных работ на разрабатываемом месторождении или за его пределами, но в сфере действия горного

предприятия содержание геолого-экономической оценки разведываемых объектов и методических вопросов становится иным. В частности, в условиях действующего горного предприятия отпадает необходимость в тщательном изучении экономико-географических факторов оценки, а горно-геологические факторы изучаются только для уточнения их влияния на эффективность эксплуатации месторождения и эффективность капиталовложений в его освоение. Что касается геолого-экономической оценки новых перспективных объектов, выявленных в пределах освоенного промышленностью рудного поля, то для подтверждения возможности их отработки часто бывает достаточно только нескольких разведочных пересечений, подтверждающих наличие кондиционных руд.

***Геолого-экономическая оценка, произведенная на основании результатов опережающей эксплуатационной разведки***, проводится по отдельным горизонтам, участкам и блокам месторождения, подготавливаемым к эксплуатации на ближайшие 1-2 года. Оценка в этом случае должна выявить те реальные результаты, подготавливаемых участков месторождения. Данные этой оценки принимаются в основу оптимального текущего планирования производственной деятельности предприятия на предстоящий год с использованием всех оценочных показателей. Особую важность при оценке по результатам опережающей эксплуатационной разведки приобретает правильное определение качества минерального сырья и, в частности, содержания основных полезных компонентов в рудах, которое оказывает непосредственное и большое влияние на выпуск товарной продукции, ее себестоимость, прибыль и рентабельность. Для некоторых видов минерального сырья важным является наличие и содержание в них вредных примесей, а также поведение этих примесей в процессе переработки руд.

***Геолого-экономическая оценка по результатам сопровождающей эксплуатационной разведки*** проводится только по обрабатываемым блокам. Она должна характеризовать влияние извлекаемой из блока природной ценности полезного ископаемого на результаты работы предприятия в операционный период. Ее данные используются для оперативного-декадного, суточного и сменного-планирования производственной деятельности рудника. При прочих равных условиях особое внимание следует уделять таким факторам оценки, как количество запасов полезного ископаемого в блоке, среднее содержание в них основных полезных компонентов, качественная характеристика и горнотехнические свойства руд и вмещающих пород. Основными оценочными показателями, характеризующими эффективность отработки блока, является природная ценность извлекаемых из блока запасов полезного ископаемого, выпуск товарной продукции, себестоимость добычи и переработки руды, а также конечной продукции и прибыль, который может быть получена при отработке блока.