

Министерство образования Российской Федерации
Уральская государственная горно-геологическая академия

А.Г.Баранников, С.В.Макарова

**ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Екатеринбург – 2002

Министерство образования Российской Федерации

Уральская государственная горно-геологическая академия

А.Г.Баранников, С.В.Макарова

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Утверждено Редакционно-издательским советом академии
в качестве учебного пособия

Д.М. проф. (А.Г. Перев.)

Екатеринбург – 2002

*Защита
научной работы
№ 11*

ВВЕДЕНИЕ	5
----------------	---

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	7
---------------------------------------------------------------------	---

2. КОНДИЦИИ НА МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ, УЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

2. КОНДИЦИИ НА МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ, УЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ	11
-----------------------------------------------------------------------------------	----

2.1. Кондиции на минеральное сырье	12
------------------------------------------	----

2.2. Подсчет запасов	19
----------------------------	----

2.3. Порядок учета прогнозных ресурсов	20
----------------------------------------------	----

2.4. Оценка прогнозных ресурсов	22
---------------------------------------	----

2.5. Оценка валовой товарной стоимости минерального сырья	27
-----------------------------------------------------------------	----

3. ПОКАЗАТЕЛИ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

3. ПОКАЗАТЕЛИ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	34
----------------------------------------------------------------	----

3.1. Геологическая часть	34
--------------------------------	----

3.2. Горно-техническая часть	36
------------------------------------	----

3.3. Технологическая часть	45
----------------------------------	----

3.4. Вопросы охраны окружающей среды	47
--------------------------------------------	----

3.5. Экономическая часть	48
--------------------------------	----

3.5.1. Обоснование инвестиций в освоение месторождения	48
--------------------------------------------------------------	----

3.5.2. Эксплуатационные затраты	58
---------------------------------------	----

3.5.3. Показатели эффективности освоения месторождения	62
--------------------------------------------------------------	----

3.5.4. Обоснование оптимального варианта освоения месторожде-	
---------------------------------------------------------------	--

ния и его промышленного значения	67
----------------------------------------	----

4. ПРИМЕРЫ УКРУПНЕННЫХ РАСЧЕТОВ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕС-	
-----------------------------------------------------	--

КОЙ ОЦЕНКИ	72
------------------	----

УДК 553.3.04.003.1

Б 24

Б 24 Бараников А.Г., Макарова С.В. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во Уральского государственной горно-геологической академии, 2002. - 95 с.

Новые экономические отношения, сложившиеся в России, в частности в минерально-сырьевом секторе, обусловили необходимость лицензирования и введения платежей за недропользование. Геолого-экономическая оценка - один из этапов, определяющих целесообразность промышленного освоения выявленных минеральных ресурсов.

Учебное пособие призвано способствовать более успешному изучению студентами дисциплин "Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых", "Экономика минеральных ресурсов". В пособии изложены требования, предъявляемые к геологической, горно-технической, технологической частям выполняемой работы, а также вопросам охраны окружающей среды, обоснованию кондиций при оконтуривании и подсчете запасов. Приведена методика обоснования технико-экономических показателей освоения месторождения в соответствии с Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов. Дано обоснование выбора оптимального варианта освоения месторождения. Рассмотрены примеры.

Для студентов специальности 080100 "Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых" и других специальностей направления 650100 - "Прикладная геология".

Таблиц 28. Рис 7. Библ. 20 названий.

Рецензенты:

Ведущий геолог отряда экспертизы подсчета запасов Уральской геологической опытно-методической экспедиции (г.Екатеринбург) А. Н. Скорынина;
зав. кафедрой геологии УГГА, д-р геол.-минер. наук, профессор В.Б. Болтыров

Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Уральской государственной горно-геологической академии

© Уральская государственная

горно-геологическая академия, 2002

© Бараников А.Г., Макарова С.В., 2002

4.1. Оценка валовой товарной стоимости минерального сырья.....	72
4.2. Геолого-экономическая оценка месторождения молибдена штокаверкового типа	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	93

ВВЕДЕНИЕ

Новые экономические отношения, формирующиеся в Российской Федерации и в минерально-сырьевом секторе - в частности, закреплены Законом "О недрах" [6]. Основные принципы новых отношений сводятся к следующему:

геологическое изучение того или иного участка недр (включая месторождения), его использование и освоение не могут быть осуществлены без согласия субъектов Федерации;

недропользование является платным, что не позволяет пользоваться минеральными ресурсами расточительно. Плата за пользование недрами регламентируется Законом;

введено лицензированное недропользование. Это означает оформление специального документа (разрешения, лицензии) между владельцем недр (Федерацией) и пользователем недр, где оговариваются основные условия пользования участками недр, права и обязанности тех и других [3, 6] и т.д.

Определение промышленной ценности месторождения полезных ископаемых, обоснование наиболее эффективных и безопасных способов их отработки, постановка разведанных запасов на государственный учет осуществляются на основе геолого-экономической оценки изученных объектов.

Геолого-экономическая оценка (ГЭО) месторождений - один из разделов дисциплины "Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых", изучаемой студентами специальности "Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ". Кроме того, экономическая оценка является обязательным элементом разрабатываемых студентами курсовых проектов, а также дипломного проекта. В то же время в учебной литературе, подготовленной в 70-80-е годы [7, 18 и др.], содержание раздела ГЭО излагается (по понятным причинам) с позиций директивно-

плановой экономики. Ими страна руководствовалась до начала 90-х годов. Особенности хозяйствования в условиях рыночных отношений, когда на первый план выдвигается не только решение общегосударственных задач, но и достижение основной цели инвестора (или группы инвесторов) - получение прибыли и её максимализация, в прежних учебных разработках не рассматривались. Учебные пособия и монографии, раскрывающие вопросы экономики недропользования с современных позиций, появились только в последнее время [2, 3].

Предлагаемое студентам учебное пособие "Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых" призвано в какой-то мере восполнить отмеченный пробел. Помимо того в нем отражены основные положения, содержащиеся в новых законодательных и иных правительственных документах, касающихся методических указаний по ГЭО промышленного значения месторождений, обоснованию кондиций на минеральное сырье, порядка проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям и т.д. [1, 4, 8, 11, 13, 14, 15, 19]. Отмеченные документы имеются лишь в производственных организациях, отсутствуют обычно в библиотеке, и поэтому доступ к ним студентов затруднителен.

В периоды, когда наступает резкий спад на продукцию геологоразведочной отрасли, геологические предприятия вынуждены прибегать к различным видам предпринимательской деятельности. В этих случаях задачей маркетинговой службы геологических организаций становится поиск путей использования их производственного потенциала в различных сферах рынка. Оценка выгодности и реальности того или иного вида деятельности, порой не имеющей прямого отношения к решению геологических вопросов (например, строительные, ремонтные работы, изготовление изделий из камня и т.д.), производится через составление предпринимательских проектов, получивших название "бизнес-плана" [1].

Реализация проектов по освоению месторождений в настоящее время возможна только на основе всестороннего экономического анализа, оценки чистого дисконтированного дохода и внутренней нормы доходности, устойчивости и жизнеспособности намеченных проектных решений, анализа безубыточности и оптимизации финансовой структуры. При этом выходу продукции новых горных предприятий должен предшествовать маркетинг и, при необходимости, рекламная кампания [2].

Эти и некоторые другие относительно слабо освещенные в имеющейся учебной литературе вопросы предлагаются студентам в настоящем учебном пособии.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Геолого-экономическая оценка (ГЭО) месторождений заключается в определении количества и качества запасов полезного ископаемого в недрах, выявлении условий его залегания и добычи, обосновании технико-экономических показателей разработки. Из сказанного следует, что ГЭО - это важнейшая составная часть геологоразведочного процесса. Она призвана определить народнохозяйственную значимость объекта в наиболее эффективном варианте его возможного промышленного освоения.

Основными задачами ГЭО являются [14]:

- определение количества и качества балансовых и забалансовых запасов, а также обоснование кондиций для их подсчета;
- расчет технико-экономических показателей промышленной ценности месторождения;
- обоснование оптимального варианта освоения месторождения;
- расчет размера регулярных платежей за право пользования недрами и

т.д.

ГЭО промышленного значения месторождений производится на любой стадии геологоразведочных работ и разрабатки объекта. Однако содержание этого чрезвычайно ответственного вида исследования во многом зависит от того, какой при этом имеется фактический материал, позволяющий дать объективную оценку качества и количества выявленных запасов или прогнозных ресурсов. Дело в том, что только на стадии разведки, отчасти на стадии оценки месторождений, могут быть получены достаточно полные сведения о геологическом строении объекта, позволяющие объективно охарактеризовать качество и количество запасов полезного ископаемого, технологические свойства минерального сырья, горно-технические, гидрогеологические, экологические условия обработки. На стадиях регионального геологического изучения недр и поисковых работ оцениваются лишь прогнозные ресурсы. Практическая значимость прогнозных ресурсов определяется по результатам их ГЭО, когда устанавливается вероятное промышленное значение прогнозируемых месторождений.

Геологическое обоснование прогнозных ресурсов осуществляется в соответствии с Методическим руководством [9] и с учетом современных представлений по геолого-промышленным типам месторождений (на основе принципиальных геолого-генетических моделей процессов рудообразования).

На стадии Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых объектами прогноза являются потенциальные перспективные территории крупного масштаба (металлогенические пояса, зоны, узлы), в пределах которых определяются прогнозные ресурсы категории P_1 . Эти ресурсы получают положительную оценку, если комплекс геологических факторов и выявленных поисковых признаков свидетельствует о возможности открытия на территории прогноза промышленно значимых месторождений. Ресурсы

подсчитываются, исходя из предполагаемых параметров месторождений, а также с учетом того допущения, что потенциальные объекты не должны быть меньше по размеру и хуже по качеству месторождений, представляющих практический интерес в конкретных географо-экономических условиях региона. Прямые геолого-экономические расчеты (из-за отсутствия необходимой информации) в данном случае не применяются. Параметры месторождений обычно устанавливаются на основе районных оценочных кондиций.

Несколько по-иному следует подходить к ГЭО ресурсов по категории P_2 , выделяемых по результатам поисковых работ. Напомним, что P_2 - это ресурсы предполагаемых и пока что не выявленных месторождений, возможное присутствие которых подтверждается наличием благоприятных поисковых данных, полученных при проведении геологоразведочных и поисковых работ (проявлений полезных ископаемых, наличием различного типа аномалий). Возможная природа и перспективность ресурсов подтверждается вскрытием полезного ископаемого в единичных выработках.

ГЭО прогнозных ресурсов категории P_2 производится по аналогии с разведанными и уже оцененными для конкретных экономических условий месторождениями, на основе укрупненных технико-экономических расчетов, с учетом промышленного типа прогнозируемого объекта, возможного его масштаба, качества руды, способов отработки, а также географо-экономических условий района. В результате подготавливается заключение о вероятном количестве руды и ее качестве, возможной производительности горнодобывающего предприятия, содержании в сырье основных и сопутствующих компонентов.

Оценочные работы проводятся на выявленных и положительно оцененных проявлениях полезных ископаемых [19]. Эти работы должны обеспечить оценку промышленного значения месторождения с подсчетом большей части запасов по категории C_2 , по менее детально

изученной части - прогнозных ресурсов по категории P_1 , а на участках детализации - обоснование запасов по категории C_1 . По завершении этой стадии разрабатываются временные разведочные кондиции и составляется технико-экономический доклад (ТЭД). В нем дается экономически обоснованная предварительная оценка промышленной ценности месторождения, определяется целесообразность передачи объекта в разведку и освоение. ТЭД представляется на государственную геологическую, экономическую и экологическую экспертизу. По результатам оценочных работ подготавливается пакет геологической информации для проведения конкурса на предоставление лицензии на разведку и добычу полезного ископаемого¹.

Разведочные работы проводятся на локальном участке недр, определенном границами горного отвода и закрепленном выданной лицензией. Эти работы должны обеспечить изучение геологического строения, технологических свойств полезного ископаемого, гидрогеологических, инженерно-геологических условий отработки месторождения. Они позволяют собрать данные, необходимые для составления технико-экономического обоснования (ТЭО) постоянных разведочных кондиций. Производится подсчет запасов по категориям А, В, C_1 и C_2 (в соответствии с группировкой месторождений по сложности геологического строения). Результаты ТЭО подлежат государственной геологической, экономической и экологической экспертизе.

Эксплуатационная разведка проводится в пределах осваиваемого месторождения с целью получения достоверных данных для безопасного ведения выработок, оперативного планирования горно-подготовительных, нарезных и очистных работ, обеспечения наиболее полного

¹ Следует подчеркнуть, что конкурс на право пользования недрами может быть объявлен и раньше в рамках так называемой "сквозной лицензии", предусматривающей геологическое изучение площади с последующей эксплуатацией выявленных месторождений.

извлечения запасов из недр. Объектами изучения и оценки являются эксплуатационные этажи, блоки, уступы и иные локальные участки месторождения. В процессе освоения месторождения при резком отклонении в отдельных частях геологических, горно-технологических, технологических и иных условий отработки, а также в связи с изменением рыночной конъюнктуры на продукцию горного предприятия, недропользователь имеет право разработать ТЭО эксплуатационных кондиций. Эксплуатационные кондиции и разрабатываются на ограниченный временной период и должны быть привязаны к конкретным частям тел полезных ископаемого. Они призваны обеспечить стабильную безубыточную работу в период резкого изменения рыночной конъюнктуры на минеральное сырье, продукты его переработки и цен на энергоресурсы.

Принятая в настоящее время рациональная последовательность выполнения работ по геолого-экономической оценке промышленного значения месторождений [13, 14] излагается ниже. ТЭО включает в себя геологическую, горно-технологическую и технологическую части, вопросы охраны окружающей среды, подсчет запасов при разных вариантах бортового содержания, экономическую часть с обоснованием оптимального варианта освоения месторождения.

2. КОНДИЦИИ НА МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ, УЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

Подсчет запасов полезного ископаемого производится на базе утвержденных кондиций с учетом геологических особенностей месторождения, применявшейся методики разведки и намечаемого способа разработки.

2.1. Кондиции на минеральное сырье

Кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-геологическим и иным условиям их разработки, обеспечивающих наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на рациональной экономической основе с учетом экологических последствий геолого-экономического месторождения [4]. Кондиции - это основной инструмент геолого-экономической оценки месторождений. Они разрабатываются и уточняются в процессе геолого-экономической оценки месторождений по материалам их разведки и эксплуатации на основе специального технико-экономического обоснования (ТЭО).

Для подсчета запасов рудных месторождений, а также отдельных видов нерудного сырья (горно-химического, плавикового шпата, барита, графита, талька, асбеста, слюды), кондиции могут включать следующие параметры:

- бортовое содержание компонента в пробе или условия оконтуривания рудных тел в геологических границах;
- минимальное содержание компонента в краевой выработке;
- минимальное промышленное содержание компонента в подсчетном блоке, запасы которого относятся к балансовым;
- коэффициенты приведения содержания попутных компонентов к основному в комплексных рудах и минимальное их содержание, учитываемое при приведении;
- максимально допустимое содержание вредных примесей в краевой пробе, оконтуривающей выработку и по месторождению;
- минимальная мощность тел полезного ископаемого или минимальный метротонцент (метрограмм);

- максимально допустимая мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчетный контур полезного ископаемого;

- минимальный коэффициент рудоносности для месторождений с прерывистым и гнездовым распределением полезных компонентов;

- минимальные запасы изолированных тел полезных ископаемых, при которых они относятся к балансовым.

По остальным типам месторождений полезных ископаемых (карбонатные породы, магнезиты, дуниты, цементное сырье и другие) кондиции для подсчета запасов включают:

- требования к качеству полезного ископаемого (или получаемой из него продукции) в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями или обусловленными результатами технологических испытаний;

- условия подсчета запасов по сортам (классам, маркам) конечной продукции;

- минимальную мощность тела полезного ископаемого;

- максимально допустимую мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчетный контур полезного ископаемого;

- минимальный выход конечной продукции.

Для каждого месторождения, в зависимости от геологического строения, горно-технических условий разработки и требований промышленности к качеству минерального сырья, учитывают только те из перечисленных параметров, которые необходимы для геолого-экономической оценки его промышленного назначения.

Рассмотрим лишь некоторые параметры кондиций.

Бортовое содержание - это наименьшее содержание полезных компонентов в пробах, включенных в подсчет запасов, при оконтуривании по мощности тела полезного ископаемого в случае

отсутствия четких геологических границ. Оно должно отвечать наибольшему экономическому эффекту разработки месторождения. В комплексных месторождениях бортовое содержание выражается суммой содержаний полезных компонентов, имеющих промышленное значение. Эта сумма должна быть приведена к содержанию условного основного компонента, имеющего максимальную извлекаемую стоимость.

Бортовое содержание определяется на основе повариантных подсчетов запасов. В качестве исходного варианта целесообразно применить бортовое содержание месторождения, аналогичного оцениваемому (по типу оруденения, размерам, морфологии рудных тел, вещественному составу руд, условиям разработки). Варианты с более высокими или низкими бортовыми содержаниями следует подбирать таким образом, чтобы разница в запасах руды, подсчитываемых при снижении (повышении) бортовых содержаний, составляла, как правило, не менее 10 % от общих запасов ближайшего варианта. Количество вариантов обычно не превышает 5 и чаще всего ограничивается значением 3. В случаях, когда сведения о бортовом содержании на аналогичном месторождении отсутствуют, первоначальную ориентировочную величину этого параметра в качестве исходного варианта определяют аналитическим путем, исходя из цены полезного компонента, коэффициента сквозного извлечения, разубоживания при добыче, удельных затрат на добычу и переработку. Последние определяются, исходя из укрупненных показателей намеченных систем добычи и переработки полезных ископаемых и предполагаемого масштаба месторождения.

В соответствии с изложенным исходная величина бортового содержания определяется по формулам:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент

$$C_{\text{борт}} = \frac{Z_{\text{д}} + Z_{\text{о}}}{C_{\text{к}} \cdot I_{\text{о}} \cdot (1-p)} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

где $Z_{\text{д}}$ и $Z_{\text{о}}$ - эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды, руб.; $C_{\text{к}}$ - цена 1 т полезного компонента в концентрате без налога на добавленную стоимость (НДС); $I_{\text{о}}$ - коэффициент извлечения при обогащении; p - разубоживание при добыче.

б) при ценах на товарные концентраты ($C_{\text{к}}$) с установленным в них содержанием ($C_{\text{к}}$) полезного компонента

$$C_{\text{борт}} = \frac{(Z_{\text{д}} + Z_{\text{о}}) \cdot C_{\text{к}}}{C_{\text{к}} \cdot I_{\text{о}} \cdot (1-p)} \cdot 100\%. \quad (2.2)$$

Оконтуривание рудных тел в соответствии с вычисленной величиной бортового содержания и подсчет запасов позволяют установить, какова будет экономическая эффективность разработки месторождения, и наметить величину прочих вариантов бортового содержания. При этом верхний предел $C_{\text{борт}}$ не должен быть выше минимального промышленного содержания, подсчитанного с учетом налогов, платежей и отчислений; нижний предел бортового содержания не должен быть ниже уровня содержаний, при которых полезный компонент не извлекается в товарную продукцию.

Минимальное содержание компонента в краевой выработке устанавливается в тех случаях, когда выявлено закономерное снижение содержаний полезных компонентов в краевых частях рудного тела. Оконтуривание рудных тел в соответствии с минимальным содержанием в краевых выработках должно соответствовать наибольшему экономическому эффекту разработки месторождения. Это минимальное содержание определяется вариантным способом.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента в подсчетном блоке - это содержание, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение всех затрат и получение минимальной установленной прибыли.

Минимальное промышленное содержание без учета налогов, платежей и отчислений определяется по формулам:

а) при цене на содержащийся в концентрате полезный компонент

$$C_{\text{мин}} = \frac{Z_x + K_y \cdot E}{C_k \cdot I_0 \cdot (1-p)} \cdot 100 \% \quad (2.3)$$

где Z_x - эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды; K_y - удельные капитальные вложения в строительство горнопромышленного предприятия; E - учетная ставка банка (доля единицы); при отсутствии инфляции принимается равной 5-6 %;

б) при ценах на товарные концентраты

$$C_{\text{мин}} = \frac{(Z_y + K_y \cdot E) \cdot C_k}{C_k \cdot I_0 \cdot (1-p)} \cdot 100 \% \quad (2.4)$$

Минимальное промышленное содержание с учетом налогов, платежей и отчислений определяется по формулам:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент

$$C_{\text{мин.н}} = \frac{Z_{\text{ун}} + K_y \cdot E + H_y}{C_k \cdot I_0 \cdot (1-p)} \cdot 100 \% \quad (2.5)$$

где $Z_{\text{ун}}$ - эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды с учетом налогов, которые входят в структуру эксплуатационных затрат; H_y - налоги, платежи, отчисления на прибыль в расчете на 1 т годовой добычи руды;

б) при ценах на товарные концентраты

$$C_{\text{мин.н}} = \frac{(Z_{\text{ун}} + K_y \cdot E + H_y) \cdot C_k}{C_k \cdot I_0 \cdot (1-p)} \cdot 100 \% \quad (2.6)$$

Приведенное содержание полезных компонентов комплексных руд к содержанию условного компонента осуществляется с использованием приведенных коэффициентов. Эти коэффициенты определяются исходя из соотношения цен полезных компонентов и коэффициентов извлечения при обогащении руд. Минимальное содержание, учитываемое при приведении к содержанию условного компонента, принимается равным содержанию, при котором минеральное образование не извлекается при принятой технологии обогащения:

$$K_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{п}} \cdot I_{\text{п}}}{C_0 \cdot I_0} \quad (2.7)$$

где C_0 и I_0 - цена 1 т основного и попутного компонента в концентрате; I_0 и $I_{\text{п}}$ - соответственно их коэффициенты извлечения.

Максимальные допустимые содержания вредных примесей у полезных ископаемых, используемых без обогащения, устанавливаются в пробе или в интервале разведочной выработки в соответствии с требованиями промышленности. Если при отработке месторождения предусматривается усреднение добытого минерального сырья, максимально допустимое содержание вредных примесей может быть установлено для подчетного блока. При обогащении полезного ископаемого, когда вредные примеси полностью или частично переходят в концентрат и не извлекаются из него в дальнейшем, соответствующие ограничения вводятся для подчетного блока. В случае, когда для удаления вредных примесей из концентрата требуется дополнительная переработка, их содержание в подчетном блоке учитывается через величину минимального промышленного содержания полезного компонента.

Минимальная мощность полезного ископаемого и максимальная допустимая мощность прослоев

п у с т ы х п о р о д и некондиционных полезных ископаемых устанавливается исходя из принятого способа и систем отработки месторождения. Целесообразность отработки рудных тел меньшей мощности, но с повышенным содержанием полезных компонентов, определяется по метропроценту (метрограмму) исходя из установленной минимальной мощности тела полезного ископаемого и бортового содержания.

В случае сложного строения рудных тел, когда рудные интервалы чередуются с безрудными, для уточнения величины максимально допустимой мощности прослоев пустых пород и некондиционных руд проводится подсчет запасов при различной мощности этих прослоев по каждому из оцениваемых вариантов бортового содержания. Оценка влияния прослоев на размеры и форму рудных тел и последующую эффективность добычи и переработки полезного ископаемого позволяет установить оптимальную величину этого параметра кондиций.

К о э ф ф и ц и е н т р у д о н о с н о с т и применяется в случае невозможности выделить и оконтурить в процессе геологоразведочных работ отдельные рудные тела. Минимальная величина этого коэффициента рудоносности устанавливается для подсчетного блока, исходя из минимально приемлемой рентабельности разработки месторождения, при определении которой наряду с общепринятыми затратами учитываются дополнительные, связанные с доразведкой и оконтуриванием рудных тел и их селективной выемкой.

М и н и м а л ь н ы е з а п а с ы изолированных тел полезных ископаемых, при которых они относятся к балансовым, устанавливаются исходя из дополнительных расходов, связанных с их вскрытием и отработкой, по формуле

$$Q_{\min} = \frac{K_d \cdot (1-p)}{(1,13 - 3 \cdot u_n - N_y - K_d \cdot E) \cdot (1-n)}, \quad (2.8)$$

где K_d - капитальные вложения, необходимые на проходку дополнительных вскрышных выработок; $1,13$ - извлекаемая в концентрат ценность полезных компонентов из 1 т руды; $3 \cdot u_n$ - эксплуатационные затраты с учетом налогов на добычу и обогащение 1 т руды; N_y - налоги, платежи, отчисления на прибыль в расчете на 1 т годовой добычи руды; E - учетная ставка банка (доля единицы); при отсутствии инфляции принимается равной 5-6 %; p - разубоживание при добыче; n - потери при добыче.

2.2. Подсчет запасов

На основании утвержденных кондиций производится оконтуривание тел полезных ископаемых. При этом обоснованию подлежат: принятая методика экстраполяции и отстроенные контуры рудных тел, выделенные подсчетные блоки (соответствующие геологическим особенностям месторождения, степени разведанности, планируемому способу отработки, технологической однородности), их категории запасов. Также специального рассмотрения требуют вопросы методики определения средних величин подсчетных параметров, обоснования поправочных коэффициентов, выявления и ограничения "ураганных" проб, применяемого способа подсчета запасов.

Все перечисленные выше вопросы рассмотрены в изданных на кафедре геологии, поисков и разведки МПИ методических указаниях и учебных пособиях.

Результаты вариантных подсчетов запасов руды и полезного компонента в недрах находят отражение согласно принятым величинам бортового содержания (таблица 1).

Таблица 1

Результаты повариантного подсчета запасов руды
и полезных компонентов

Показатели	Варианты бортового содержания		
	I	II	III
Запасы руды в недрах, тыс. т кат. A + B + C ₁ кат. C ₂ кат. A+B+C ₁ +C ₂	2	3	4
Среднее содержание полезного компонента, %, г/т запасы кат. A+B+C ₁ запасы кат. C ₂ запасы кат. A+B+C ₁ +C ₂			
Запасы полезного компонен- та, тыс. т. запасы кат. A+B+C ₁ запасы кат. C ₂ запасы кат. A+B+C ₁ +C ₂			

2.3. Порядок учета прогнозных ресурсов

Оценка прогнозных ресурсов производится один раз в пять лет в целях количественной оценки и учета ресурсного потенциала недр Российской Федерации [15]. На этой основе определяются оптимальные направления геологоразведочных работ, осуществляется текущее и перспективное планирование минерально-сырьевой базы. Количественная оценка и учет прогнозных ресурсов проводится для основных видов твердых полезных ископаемых (более 60 наименований) и осуществляется с учетом действующих и перспективных территориальных программы недропользования. Учету подлежат прогнозные ресурсы, использование которых экономически целесообразно с учетом текущего и перспективного спроса на продукцию минерального сырья, а также действующую или осваиваемую технику и

технологию добычи при возможном изменении требований промышленности к качеству минерального сырья.

Оценка прогнозных ресурсов проводится территориальными органами управления совместно с научно-исследовательскими, геологическими и добывающими предприятиями. Документация по прогнозированию включает в себя:

- объяснительную записку, обосновывающую количество, качество и ожидаемую эффективность освоения прогнозных ресурсов;
- карты, планы, отражающие закономерности размещения и строения прогнозируемых объектов;
- унифицированные табличные материалы с характеристикой параметров прогнозных ресурсов (таблица 2).

Таблица 2

Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов
в пределах _____ (конкретного объекта)
по результатам _____ (поисковых, оценочных работ)

№ п/п	Наименование показателей геолого-экономической оценки	Значения показателей	
			1
1	I. Исходные критерии для оценки прогнозных ресурсов		
1	Минимальное промышленное содержание (качество сырья) полезных компонентов и другие параметры в уже разведанных (эксплуатируемых) или предварительно оцененных запасах месторождений (для P ₁ , P ₂)		
2	Геолого-экономические параметры известного в районе положительно оцененного месторождения-аналога (запасы, количество сырья, глубина отработки и т.д.) (для P ₂ , P ₃)		
3	Минимальные ресурсы и количество сырья месторождений, представляющих интерес в геологических и экономических условиях прогнозируемой площади (для P ₁)		
	II. Характеристика объекта прогноза		
1	Геолого-промышленный тип месторождения		
2	Тип руды		
3	Морфология тел полезных ископаемых		
4	Прогнозные ресурсы руды (соответственно для P ₁ , P ₂ , P ₃)		
5	Качество сырья (среднее содержание компонентов, основные направления использования)		
6	Прогнозные ресурсы полезных компонентов (соответственно для P ₁ , P ₂ , P ₃)		

1	2	3
7	Способ обработки	
8	Глубина прогнозирования, м	
9	Ожидаемая эффективность освоения прогнозных ресурсов: а) по укрупненным расчетам (для P_1 и P_2) б) по аналогии (для P_2 и P_3) в) по геологическим критериям и поисковым признакам (для P_1)	
	III. Рекомендации о целесообразности постановки на объекте (площади) работ следующей стадии	
	IV. Очередность (по 3-бальной шкале) проведения работ на прогнозируемом объекте и задачи, решаемые при переводе прогнозных ресурсов в запасы (кат. С ₁) или ресурсы более высоких категорий:	
1	1-я очередь - экономически эффективные прогнозные ресурсы для текущего развития сырьевых баз действующих предприятий, создания новых сырьевых баз остродефицитных в стране и отдельных регионах, а также высококонъюнктурных видов полезных ископаемых.	
2	2-я очередь - экономически эффективные прогнозные ресурсы для формирования резервных объектов минерального сырья в среднесрочной перспективе.	
3	3-я очередь - прогнозные ресурсы для перспективного планирования развития минерально-сырьевой базы.	

Территориальные органы управления государственным фондом совместно с научно-исследовательскими институтами проводят экспертизу материалов прогнозирования, рассматривают их на научно-технических совещаниях и составляют сводные таблицы по прогнозным ресурсам всех категорий. Эти данные передаются в головные научно-исследовательские институты. Последние составляют сводные таблицы, отражающие движение, состояние и геолого-экономическое обоснование прогнозных ресурсов. Перечисленные материалы направляются в ВИЭМС, Управление геологии и лицензирования минеральных ресурсов Министерства природных ресурсов РФ.

2.4. Оценка прогнозных ресурсов

Итак, учету подлежат прогнозные ресурсы, использование которых экономически целесообразно с учетом текущего и перспективного спроса на продукцию минерального сырья [15]. Практическое обоснование прогнозных ресурсов определяется по результатам их геолого-экономической оценки,

при которой устанавливается вероятное промышленное значение прогнозируемых месторождений.

Геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов включает в себя геологическое и экономическое обоснование промышленного значения подсчитанных ресурсов. Геологическое обоснование осуществляется в соответствии с Методическим руководством... [9] и с учетом современных представлений о геолого-промышленных типах месторождений и закономерностях их локализации. При этом следует ориентироваться на новые и нетрадиционные типы месторождений. Экономическое обоснование прогнозных ресурсов производится с применением укрупненных технико-экономических расчетов, а также на основе сравнения с месторождениями-аналогами. Однако при этом необходим дифференцированный подход в зависимости от категорийности прогнозных ресурсов.

Прогнозные ресурсы категории P_1 характеризуют дополнительный потенциал полезных ископаемых к уже разведанным или оцененным запасам месторождений. Они учитываются для текущего, среднесрочного и перспективного планирования сырьевой базы. Экономическая оценка прогнозных ресурсов категории P_1 проводится с использованием принципов и подходов, применяемых к оценке разведанных запасов (см. ниже раздел 3).

Прогнозные ресурсы категории P_2 - это ресурсы предполагаемых новых месторождений, наличие которых подтверждается положительной оценкой объектов, обнаруженных при производстве геологосъемочных и поисковых работ. Природа и возможная перспективность выявленных проявлений полезных ископаемых подтверждается вскрытием полезного ископаемого единичными выработками. Экономическая оценка ресурсов производится по аналогии с уже разведанными и оцененными для настоящих экономических условий месторождениями, расположенными в том же

районе, или с помощью укрупненных технико-экономических расчетов для прогнозируемого объекта с учетом его промышленного типа, возможных масштабов, качества руд, способа отработки и географо-экономических условий района.

Прогнозные ресурсы **категории P₃** – это ресурсы ожидаемых месторождений в пределах потенциально перспективных площадей (провинций, бассейнов, зон, узлов). Наличие месторождений обосновывается благоприятными поисковыми предпосылками и признаками, установленными при производстве геологосъемочных, прогнозно-поисковых и других геологических работ. Ресурсы получают положительную оценку, если комплекс общегеологических факторов свидетельствует о возможности открытия на территории прогноза промышленно значимых месторождений. Перспективность ресурсов полезного ископаемого определяется исходя из параметров месторождений, которые предполагается открыть. Они не должны быть меньше по размеру и хуже по качеству тех объектов, которые представляют практический интерес в географо-экономических условиях рассматриваемого района. Прямые геолого-экономические расчеты при этом не применяются.

Итак, на ранних стадиях геологоразведочных работ, ввиду крайней ограниченности исходной информации, при геолого-экономической оценке прогнозируемых объектов доминирует принцип аналогии. В этом случае с помощью специальных номограмм, графиков граничных значений определяют укрупненные оценочные параметры, руководствуясь значениями местных районных кондиций для уже оцененных месторождений. Примеры подобных номограмм и графиков приведены на рис. 1, 2, 3.

Именно ввиду невозможности прямых расчетов технико-экономических показателей потенциальных горнодобывающих предприятий еще в 70-е годы сотрудниками институтов ВИМС, ВИЭМС Хрущовым Н.А., Харченковым А.Г., Дежиным Ю.П. и др. было предложено использовать

б р а к о в о ч н ы е о ц е н о ч н ы е кондиции (БК) [17]. БК составляют применительно к отдельным промышленным типам месторождений. Они выражают минимальные требования к количеству и качеству сырья. В окончательном виде БК представляют собой график (функцию), отражающий положение разграничивающей линии в координатах "ресурсы - содержание компонента". Эта линия разделяет область показателей месторождений конкретного типа на поля перспективных и бесперспективных на сегодняшний день объектов. По графику можно определить и ориентировочную производительность будущего горнодобывающего предприятия. Используя БК, необходимо оценить:

- ожидаемый промышленный тип месторождения;
 - количество прогнозных ресурсов и предполагаемое содержание полезного компонента.
- От этого зависит количество и качество получаемой товарной продукции, её себестоимость и, в конечном счете, рентабельность отработки объекта. При наличии

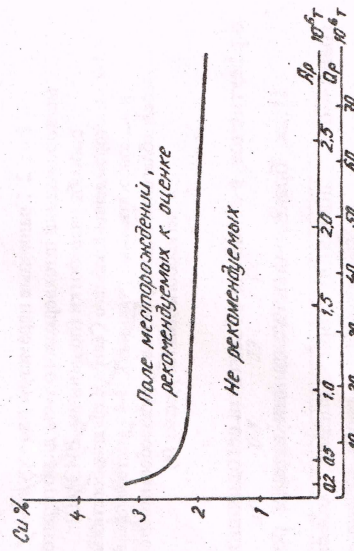


Рис. 1. Граничные параметры мелкоколчеданных месторождений для условной полезной добычи (по данным ВИЭМС).
Cu – содержание меди в руде (%); Q – запасы руды (т); A_p – производительность горного предприятия (т)

районных или разведочных (для данного типа) кондиций ожидаемую себестоимость единицы продукции (1 т, 1 г и т.д.) в прогнозных ресурсах

(Ц_{пр}) ориентировочно можно рассчитать по формуле

$$Ц_{пр} = (C_{жвл} \cdot П_0) / C_{пр} \quad (2.9)$$

где $C_{мин}$ - минимальное промышленное содержание; P_0 - цена компонента для расчета кондиций; $C_{пр}$ - среднее содержание в прогнозных ресурсах;

- с учетом предполагаемой глубины залегания тела полезного ископаемого производсти выбор способа отработки месторождения;

- географо-экономическое положение оцениваемого объекта, именно этот фактор во многом определяет возможность

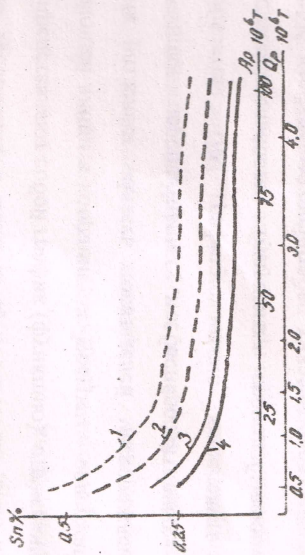


Рис. 2. Граничные параметры оловорудных месторождений штокерного типа для открытого способа разработки (по данным ВИЭМС):

1-2 - месторождения Крайнего Севера с труднообогатимыми и легкообогатимыми рудами (2); 3-4 - месторождения «среднеблагоприятных» районов с труднообогатимыми (3) и легкообогатимыми рудами (4)

эффективность освоения объекта на сегодняшний день.

Итак, браковочные кондиции играют роль ориентира (или какого-то граничного значения) при оценке объектов на ранних стадиях геологоразведочного процесса и служат для отбраковки проявлений, не имеющих практического значения. За основу при этом берется модель с типичными для данного промышленного типа характеристиками, нормированными на горно-геологические и географо-экономические условия. При оценке объектов, отличающихся от «нормализованных» условий, применяются поправочные коэффициенты.

Если раньше предполагалось рассчитывать БК, исходя из равенства извлекаемой ценности из 1 т руды эксплуатационным затратам на получение конечной продукции (принцип «бесприбыльно-безубыточной» деятельности предприятий), то уже иной подход лежит в основе рыночных отношений. В последних документах [4] отмечается, что минимальное промышленное со-

держание должно соответствовать такому значению, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение эксплуатационных затрат, уплату платежей, налогов, отчислений, а также получение минимальной прибыли, соответствующей учетной ставке банков (с учетом инфляции) в размере не менее 5 %.

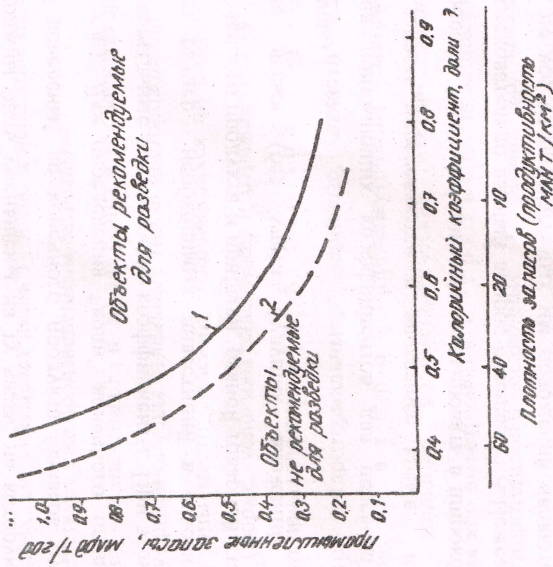


Рис. 3. Граничные параметры энергетических углей при оценке месторождений на ранних стадиях (поисковых и оценочных работ), предполагается открытый способ разработки (по Пахомову В. П., 1979)

2.5. Оценка валовой товарной стоимости минерального сырья

При определении направлений поисковых работ, их планировании, выявлении общего минерагенического потенциала конкретных рудоносных

площадей практический интерес представляют определившиеся в последние годы подходы, направленные на экономический анализ прогнозных ресурсов. Один из них заключается в оценке валовой товарной (денежной) стоимости минерального сырья [5, 16].

Согласно предлагаемой методике, при оценке валовой товарной стоимости прогнозных ресурсов их значения нельзя учитывать в полной мере. Они должны быть уменьшены на ту часть, на которую прогнозны ресурсы "не доведены" до конечного продукта (запасов руды, металла, минерала и т.д.). Для определения "доли" конечного продукта следует применять специальные понижающие коэффициенты. При этом ее значение обуславливает размер необходимых инвестиций в освоение недр для получения конечного продукта и прибыли, равной товарной стоимости недр в настоящее время (без учета будущих вложений в развитие инфраструктуры).

Значения понижающих коэффициентов для перевода прогнозных ресурсов в запасы определяются в настоящее время на основании экспертных оценок. При этом они могут варьировать в широком интервале. Наиболее последовательно данный вопрос освещен И.А. Неженским [16]. В то же время не все из предлагаемых им положений являются логически обоснованными, но дискуссионными [5].

Для расчета товарной стоимости (С) минерального сырья в недрах предлагается использовать формулу

$$C = \Pi \cdot M \cdot K_{\text{сов}} \quad (2.10)$$

где Π - средняя мировая цена конечного продукта (таблица 3); M - количество (масса) запасов и/или прогнозных ресурсов; $K_{\text{сов}}$ - совокупный коэффициент приведения стоимости конечного продукта к стоимости оцененных прогнозных ресурсов (запасов)

$$K_{\text{сов}} = K_1 \cdot K_2,$$

где K_1 - коэффициент приведения компонента (массы) прогнозных ресурсов (запасов) к количеству разведанных запасов (кат. C_1+B+A); учитывает лишь частичный переход ресурсов "менее достоверных" в "более достоверные"; K_2 - коэффициент приведения цены конечного продукта к цене ресурсов (запасов) в недрах. Он учитывает лишь ту долю в цене конечного продукта, которая соответствует уже произведенным затратам.

Очевидно, что значения K_1 и K_2 для одних и тех же категорий ресурсов и запасов будут различны для отдельных типов месторождений. Предложено выделять 3 группы месторождений, отличающихся по ряду геологических особенностей (форме, условиям залегания) и отражающих генетическую и формационную принадлежность [16]. К первой группе (жильный тип) относятся гидротермальные, скарновые, отчасти магматические месторождения; ко второй (промежуточной) - метаморфогенные, колчеданные, жильные, полиметаллические месторождения, россыпи, месторождения кор выветривания; к третьей (шластовые) - первично-осадочные, гидротермально-осадочные. Принимая во внимание значительную условность данной систематики (и даже ее эклектичность), следует обратить внимание на то, что месторождения одного и того же вида минерального сырья, но различной формационной природы могут попасть в различные группы месторождений.

На основе приведенных в литературных источниках статистических данных для отдельных видов минерального сырья при расчете товарной стоимости недр (некоторые авторы предлагают название «денежная оценка минерально-сырьевого потенциала территории» [5]) рекомендуются разные усредненные значения коэффициентов K_1 и K_2 (таблица 4). При этом следует иметь в виду, что дисперсия приведенных

значений коэффициентов может варьировать в широком интервале (диапазоне значений), особенно для прогнозных ресурсов низших категорий (двухкратное и более по сравнению со средним значением).

Таблица 3

Цены на минеральное сырье и их производные продукты
по данным Mining Journal, IIA Rauter и RosBusinessКонсалтинг
(1998-1999)

1	2	3
Минеральное сырье и продукты передела	Единица измерения	Цена, \$ США
Нефть	Т	80-120
мазут	Т	120-170
дизельное топливо	Т	170-200
бензин	Т	200-280
Газ природный	1000 м ³	10-70
газ сжиженный	Т	40-120
Уголь	Т	10-30
кокс	Т	50-75
Горючий сланец	Т	9-25
Торф	Т	5-35
Уран природный	кг	20-35
уран обогащенный	кг	580-600
Радий обогащенный	г	40 000
Железные руды и концентрат	Т	20-30
чугун	Т	105-230
сталь	Т	700-3 500
Хромитовые руды и концентрат	Т	40-180
хром электролитический	Т	40-80
Марганцевые руды	Т	100-30
марганец электролитический	кг	1,2-1,4
Ванадий металлический	кг	6,5-10,5
феррованадий	кг	12,5
Титановое сырье	Т	200-325
ильменитовый концентрат	Т	200-325
рутиловый концентрат	Т	350-750
титановый шлак	Т	200-300
титановые белила	Т	1 750-2 500
титановая губка	кг	50-105
Алюминиевое сырье:		
бокситы	Т	70-170
глинозем	Т	185-250
алюминий металлический	кг	1 300-2 000

1	2	3
Магний металлический	кг	2,1-2,7
Медный концентрат	Т	150-300
медь рафинированная	кг	2-2,5
Никелевые руды и концентраты	Т	500-700
никелевый штейн	Т	1 500-2 000
никель необработанный	кг	4,5-8,1
Кобальтовые руды и концентраты	Т	300-1 000
штейн кобальтовый	кг	5-6
кобальт металлический	кг	20-50
Свинцовый концентрат	Т	280-310
свинец необработанный	Т	600-900
Цинковый концентрат	Т	190-230
цинк необработанный	Т	1 000-1 350
Молибденовый концентрат	Т	2 200-2 600
молибден	кг	5-10
ферромolibден	кг	10,5-11,5
Вольфрамовое сырье:		
вольфрамитовый концентрат	Т	2 100-2 400
шеелитовый концентрат	Т	1 900-2 200
вольфрам	кг	10-15
Оловянные руды и концентраты	Т	2 250-3 750
олово металлическое	кг	5,5-7,0
Сурьмяный концентрат	Т	1 500-2 000
сурьма металлическая	кг	2,8-3,1
Ртуть металлическая	кг	4,5-5,5
Циркониевое сырье:		
цирконовый концентрат	Т	350-425
бадделитовый концентрат	Т	1 500-2 500
циркониевая губка	кг	20-27
циркониевый порошок	кг	150-350
Бериллий металлический	кг	500-650
Тантал-ниобиевое сырье:		
танталитовый концентрат	Т	75-90
колумбитовый концентрат	Т	6-7
пироклоровый концентрат	Т	6,0-6,5
оловянные шлаки	Т	2,0-2,5
пятиокись тантала	кг	60-75
ниобий металлический	кг	15-17
феррониобий	кг	65-80
Редкоземельное сырье:		
баснезтовый концентрат	кг	2,5-3,0
монацитовый концентрат	кг	0,35-0,45
ксенотимовый концентрат (60% Y ₂ O ₃)	кг	30-35
мишметалл	кг	10-15
оксид иттрия	кг	20-35
иттрий металлический	кг	150-350

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Мышьяк металлический	кг	0,6-1,2
Кадмий	кг	0,5-1,5
Литиевое сырье: петаглитовый концентрат 3,5-4,5 % Li ₂ O	т	145-215
спандуменовый концентрат (4-7 % Li ₂ O)	т	175-410
карбонат лития	кг	4-5
гидрооксиды лития	кг	5-6
Рубидий	кг	15-30
Цезий	кг	100-150
Индий	кг	250-350
Галлий	кг	380-400
Таллий	кг	1 500
Германий	кг	825-1 300
Висмут	кг	6,6-8,0
Селен	кг	4,5-6,2
Теллур	кг	17-22
Скандий	кг	25 000
Гафний	кг	300-350
Рений	кг	1 200-1 500
Бром	т	400-500
Йод	т	700-900
Золото	г	9-10
Серебро	г	0,16-0,18
Платина	г	12-14
Палладий	г	12-14
Рутений	г	2-2,5
Осмий	г	12,5-14,5
Родий	г	20-22
Иридий	г	16-17
Алмазное сырье: ювелирные	кар	90-250
технические	кар	6-8
алмазная крошка	кар	0,5-1,0
Янтарь	г	1,4-1,6
Нефрит	кг	20-30
Лазурит	кг	60-150
Малахит	кг	25-30
Царит	кг	15-70
Мамонтова кость	кг	130-150
Калийные соли (товарные)	т	95-125
Фосфориты и апатитовый концентрат	т	40-60
Бораты	т	8-10
Серный колчедан	т	8-10
Сера самородная	т	10-25
Флюорит	т	110-125

Окончание таблицы 3

1	2	3
Каменная соль	т	35-70
Гипс и ангидрит	т	60-190
Барит и виверит	т	110-225
Графит	т	450-625
Асбест	т	150-225
Тальк	т	125-375
Магнезит и брукзит	т	100-250
Слюда (мусковит, флогопит)	т	300-400
Фторфлогопит	кг	30 000
Глины	т	75-145
Каолин	т	15-20
Бентонит	т	30-40
Известняк	т	30-70
Щебень	м ³	5-15
Песок и гравий	м ³	3-7

Таблица 4

Усредненные вероятные значения коэффициентов приведения стоимости (цены) конечного продукта (КП) к стоимости прогнозных ресурсов и запасов минерального сырья (М) в недрах [16]

Категория прогнозных ресурсов и запасов	Коэффициент приведения	Усредненные вероятные значения коэффициентов приведения для групп месторождений		
		I	II	III
P ₃	K ₁ (M P ₃ → M _{ABCS1})	0,07	0,1	0,2
	K ₂ (Ц _{кп} → Ц _{P3})	0,03	0,02	0,01
	K _{сов} (C _{кп} → C _{P3})	0,0021	0,002	0,002
P ₂	K ₁ (M P ₂ → M _{ABCS1})	0,35	0,42	0,5
	K ₂ (Ц _{кп} → Ц _{P2})	0,07	0,045	0,02
	K _{сов} (C _{кп} → C _{P2})	0,025	0,02	0,01
P ₁	K ₁ (M P ₁ → M _{ABCS1})	0,7	0,75	0,8
	K ₂ (Ц _{кп} → Ц _{P1})	0,37	0,24	0,1
	K _{сов} (C _{кп} → C _{P1})	0,26	0,18	0,08
C ₂	K ₁ (M P ₂ → M _{ABCS1})	0,9	0,92	0,95
	K ₂ (Ц _{кп} → Ц _{P2})	0,42	0,27	0,11
	K _{сов} (C _{кп} → C _{P2})	0,38	0,25	0,10
C ₁ +B+A	K ₁ (M _{ABCS1} → M _{ABCS1})	1,0	1,0	1,0
	K ₂ (Ц _{кп} → Ц _{ABCS1})	0,5	0,32	0,14
	K _{сов} (C _{кп} → C _{ABCS1})	0,5	0,32	0,14

3. ПОКАЗАТЕЛИ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

3.1. Геологическая часть

Географо-экономическая характеристика района. Приводится географическое и административное положение месторождения, его удаленность от ближайшей железнодорожной станции, автомобильных дорог, населенных пунктов и возможного потребления сырья; природно-климатические условия; освоенность района, население, его занятость, возможные источники энергоснабжения, обеспеченность стройматериалами

Геологическое строение района. Приводятся краткие сведения об изученности и геологическом строении района, о закономерностях размещения месторождений всех видов минерального сырья.

Геологическое строение месторождения. Особенности геологического строения; структурные, литологические и иные факторы, определяющие условия залегания, морфологию рудных тел, вещественный состав рудных тел, распределение основных и попутных компонентов, а также вредных примесей; наличие обогащенных участков и закономерности их размещения; сведения об изменчивости основных параметров рудных тел по простиранию и падению. Наличие промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, подлежащих раздельной добыче и переработке; характеристика их качества. Наличие и закономерности распределения безрудных прослоев, характеристика слагающих их пород.

Для россыпных месторождений - характеристика особенностей формы, размеров и состава продуктивного "пласта", состава и мощности "торфов",

строение плотика, содержание ценных компонентов, размер, форма и прочие особенности зерен полезных минералов, пробыность золота.

Группа сложности месторождения в соответствии с классификацией запасов и прогнозных ресурсов.

Методика геологоразведочных работ. Сведения о проведенной топографической съемке, системе координат и привязке разведочных выработок.

Изученность поверхности месторождения - геологическая съемка, геохимические и геофизические исследования, проходка шурфов и канав.

Изученность глубоких горизонтов месторождения - система разведки; плотность разведочной сети; обоснование участка, разведанного по более высокой категории; сводная таблица видов и объемов геологоразведочных работ; объем выработок, участвующих в подсчете запасов.

Глубины, диаметры и конструкции разведочных скважин, способ и технология бурения, результаты замеров зенитных и азимутальных искривлений скважин. Выход керн линейный, по массе или объемный; интервалы с низким выходом керн, избирательное истирание керн, поправочные коэффициенты, выход шлама по массе или объемный при шарошечном или ударном бурении.

Методика и техника геофизических работ - основные результаты, случайные и систематические погрешности геофизических измерений.

Методика опробования буровых скважин и горных выработок, качество опробования, оценка достоверности результатов, наличие систематических погрешностей, поправочные коэффициенты, схема обработки проб. Групповые пробы, методика их составления.

Аналитические работы: объемы, методы проведения основных, контрольных и арбитражных анализов, соответствие их действующим стандартам или другим нормативным документам. Результаты обработки данных контроля, качество анализов, оценка влияния низкого

качества анализов на результаты подсчета запасов (определение мощности, площади рудных тел, содержания и т.п.). Обоснованность предполагаемых поправочных коэффициентов.

Методы и число определений объемной массы для различных типов и сортов полезных ископаемых. Обоснование значений объемной массы, принятых для подсчета запасов.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия. Основные водоносные горизонты, наиболее обводненные участки и зоны, их взаимосвязь с поверхностными водотоками, химический состав и бактериологическое состояние поверхностных и подземных вод, величина ожидаемых, а также максимально возможных водопритоков в горные выработки. Для россыпных месторождений, предназначенных для дражной отработки, - возможность устройства плотин с целью подъема воды.

Источники питьевого и технического водоснабжения горного предприятия, оценка дальнейшего использования подземных вод месторождения для целей водоснабжения или извлечения ценных компонентов, а также их очистки при сбросе в поверхностные водотоки.

Инженерно-геологические особенности пород месторождения - состав, трещиноватость, тектоническая нарушенность, способность полезных ископаемых к самовозгоранию, радиационная характеристика полезного ископаемого и вмещающих горных пород, возможность возникновения оползней, селевых потоков и т.д. При наличии многолетней мерзлоты необходимо выявить глубины распространения и температурный режим.

3.2. Горно-техническая часть

Способ разработки месторождения. Выбор способа разработки месторождения зависит от глубины и условий залегания тел полезных ископаемых и производится с учетом экономико-географических и

горно-геологических факторов. Оценке подлежат следующие варианты освоения месторождения:

- открытый способ;
- подземный;
- открытый и подземный (комбинированный);
- геотехнологический.

Применение открытого способа разработки устанавливается с помощью предельного коэффициента вскрыши (K_v^H), вычисляемого по формуле [10]

$$K_v^H = \frac{C_{II} - C_0}{C_v} \quad (3.1)$$

где C_{II} - себестоимость добычи I т руды при подземном способе разработки, руб.; C_0 - то же при открытых работах без учета затрат на выемку пустых пород, руб.; C_v - себестоимость I т вскрыши, руб.

При комбинированном способе границу освоения месторождения открытым способом устанавливают исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого открытым и подземным способами.

Система разрабoтк и. Выбор системы разработки и ее основных элементов производится исходя из анализа геологических и горно-технических условий месторождений.

Потери и разубожи в а н и е. Их величину следует устанавливать в значениях, характерных для принятой системы разработки с учетом горно-геологических условий месторождения.

Величина потерь обычно составляет:

- 3-7% - при системах разработки с креплением и закладкой очистного пространства;

- 8-20% - с открытым выработанным пространством и магазинированием руды;

- 15-25 % - с массовым обрушением;

- 4-6 % - при открытом способе разработки.

Величина разубоживания -

- 5-10 % - при системах с магазинированием, креплением и закладкой выработанного пространства;

- 15-20 % - при системах с массовым обрушением;

- 5-10 % - при открытом способе разработки.

Производительность предприятия и продолжительность периода разработки. Являются важнейшими оценочными показателями, определяющими себестоимость добычи, капитальные вложения в промышленное строительство и сроки строительства предприятия. Устанавливаются в зависимости от запасов месторождения, особенностей геологического строения, горно-технических условий эксплуатации. Если существуют ограничения потребности в данном сырье, особые природоохранные и другие факторы, регламентирующие добычу, то ограничивается и производительность предприятия.

В зависимости от величины эксплуатационных запасов, горно-геологических особенностей месторождения и способа отработки, годовую производительность можно определить, руководствуясь горно-техническими условиями. Порядок её расчета установлен в нормах технологического проектирования и осуществляется при оценке объекта по результатам разведки в базовых вариантах оконтуривания.

Для расчета годовой производительности по добыче руды при оценке по результатам поисковых и оценочных работ можно использовать метод аналогии или рекомендовать упрощенные методы, отражающие статистическую зависимость между величиной эксплуатационных запасов и средней продолжительностью работы рудника (таблица 5). При этом эксплуатационные запасы руд (3.) рассчитываются по формуле

$$3_z = 3 \cdot (1-n) / (1-p), \quad (3.2)$$

$$3_z = 3 + 3 \cdot p - 3 \cdot n$$

где 3 - запасы полезного ископаемого в недрах, тыс.т; n - потери при добыче, доли ед.; p - разубоживание при добыче, доли ед.

Коэффициент изменения качества руды при добыче (P) можно рассчитать, допуская отсутствие полезного компонента в засоряющих рудах, по формуле

$$P = (1-p) \quad (3.3)$$

Таблица 5

Зависимость между величиной эксплуатационных запасов и средней продолжительностью работы рудника [22]

Эксплуатационные запасы, млн т	0,1	1	5	10	25	50	100	250	350	500	700	1000
Средняя продолжительность работы рудника, лет	3,5	6,5	9,5	11,5	14	17	21	26	28	31	33	36

$$T = 6.46(3_z)^{0.25}$$

Этот упрощенный метод, предложенный Тейлором [22], позволяет рассчитывать годовую производительность как частное от деления эксплуатационных запасов на срок эксплуатации. Допускаются отклонения по сроку эксплуатации в $\pm 16\%$ от полученного в таблице 5. Промежуточные значения указанных в таблице показателей находятся интерполяцией

Следует подчеркнуть, что рассчитанная тем или иным способом годовая производительность предприятия является проектной, и ее достижение требует определенного срока. Применительно к оценочным расчетам в условиях рыночных отношений неучет фактора времени достижения проектной производительности приводит к существенному

искажению результатов экономической эффективности освоения месторождения, независимо от того, проводится ли оценка по результатам поисковых, оценочных или разведочных работ.

Нужно учитывать также опыт рационального обеспечения запасами горнорудных предприятий:

- на 20-25 лет обычно обеспечиваются запасыми рудники и карьеры черной металлургии, а крупные горнодобывающие комбинаты - не менее чем на 40 лет;

- на 30-40 лет - крупные горнорудные предприятия алюминиевой, медной, свинцово-цинковой и никелевой промышленности;

- на 20-30 лет - крупные предприятия по добыче вольфрама, молибдена, олова и др.;

- на 15-20 лет - золоторудные предприятия;

- 5-10 лет - небольшие предприятия, эксплуатирующие богатые месторождения цветных металлов, золота и ценных видов неметаллического сырья, а также россыпные месторождения благородных и редких металлов; горнодобывающие предприятия химической промышленности и промышленности строительных материалов.

Для расчета сформулированных выше параметров можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в ряде литературных источников [18,22 и др.].

При определении фактического коэффициента вскрыши отстраивают схему освоения месторождения открытым способом. Верхний контур карьера откладывает соответственно результирующему углу наклона бортов карьера. Эти углы зависят от крепости пород (по М. М. Протодьяконову) и глубины карьера (таблица 6) (рис. 4).

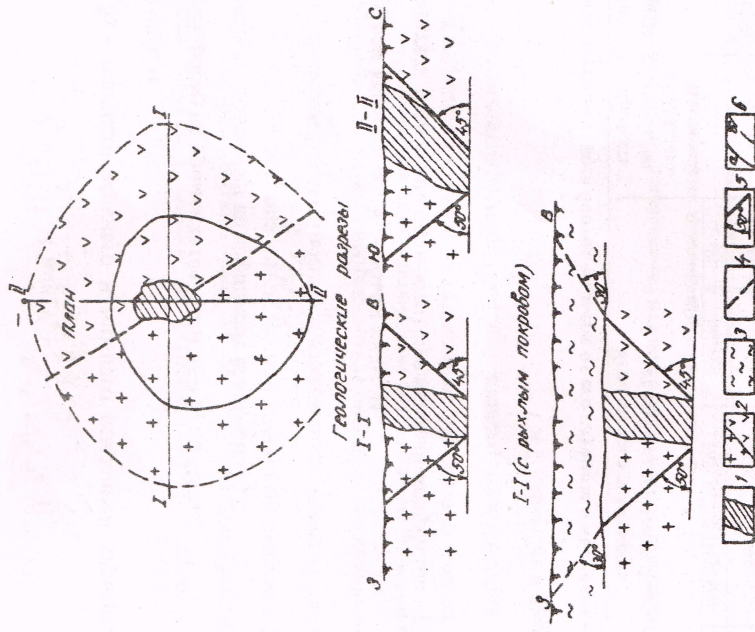


Рис. 4. Построение контуров проектного карьера.

1 - рудное тело; 2 - скальные породы; 3 - рыхлые породы; 4 - тектонические нарушения; 5 - углы откоса бортов карьера; 6 - контур карьера (а); то же с учетом рыхлого покрова (б)

Для выполнения расчетов следует:

- вывести на план контуры верхнего и нижнего оснований карьера, а при необходимости и промежуточного контура (на уровне рыхлых отложений);

- определить объем карьера (V_k) по формулам:

$$V_k = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot H \text{ или } V_k = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}}{3} \cdot H, \quad (3.4)$$

где S_1 и S_2 - площади верхнего и нижнего оснований карьера, m^2 ; H - глубина карьера, m .

(Вторая формула применяется, если $S_1 > S_2$ на 40 %);

- вычислить объемный коэффициент вскрыши (K_b):

$$K_b = \frac{V_k - V_p}{V_p}, \quad (3.5)$$

где V_k - объем карьера, m^3 ; V_p - объем руды, m^3 ;

- рассчитать (при необходимости) предельный коэффициент вскрыши (K_b'').

Таблица 6

Зависимость углов откоса бортов карьера от его глубины и крепости пород

Характеристика вскрышных пород	Крепость пород (по М.М.Прото-дыконову)	Углы откоса в зависимости от глубины карьера, м				
		< 90	90-180	180-240	240-300	300-500
Скальные, очень крепкие	20-15	68-60	65-57	60-63	58-52	51-45
Скальные крепкие	14-8	60-50	57-48	53-45	52-43	45-37
Скальные средней крепости	7-3	50-43	48-41	45-39	43-37	37-30
Полускальные	2-1	43-20	41-28	39-26	27-24	-
Рыхлые	< 1	30-21	28-20	20-18	-	-

Примечание: Ширина дна карьера должна быть не менее 25 м. При наличии трещиноватости (вык и обводненности) необходимо брать минимальное значение углов откоса

Если фактически коэффициент вскрыши меньше предельного ($K_b < K_b''$), то целесообразен открытый способ разработки месторождения, если отмечена обратная зависимость ($K_b > K_b''$), - подземный.

$$K_b'' = \frac{3 \cdot \alpha - 3 \cdot \alpha_0}{3 \cdot \alpha}, \quad (3.6)$$

где $3 \cdot \alpha$ - затраты (себестоимость) на добычу 1 т руды при подземном способе разработки, руб.; $3 \cdot \alpha_0$ - то же при открытых работах; S_b - затраты на выемку 1 т вскрышных пород при открытом способе, руб.

Расчет годовой производительности горнодобывающего предприятия во многом определяется горно-техническими условиями отработки и зависит, в первую очередь, от величины эксплуатационных запасов.

На основе обобщения эмпирических данных предлагаются различные способы упрощенного расчета годовой производительности предприятия, отраженные в таблицах 5 и 7.

Таблица 7

Зависимость производительности горнодобывающего предприятия

от величины разведанных запасов

Годовая производительность, тыс. т	Минимальные сроки существования рудника, лет		O_1 - энtimerовые запасы руды (3), тыс. т
	Способ разработки		
	открытый	закрытый	
До 300	-	10	3 000
300 - 1 000	-	15	4 500 - 15 000
1 000 - 2 000	10 - 15	20	15 000 - 30 000
2 000 - 5 000	15 - 20	30 - 40	30 000 - 100 000
5 000 - 10 000	20 - 35	-	100 000 - 250 000
Более 10 000	30	-	300 000 и более

Годовая производительность по руде (A_p) при этом может быть уточнена по формуле

$$A_p = 3 / T, \quad (3.7)$$

где T - срок существования рудника, лет.

Производительность горнодобывающего предприятия по горной массе ($A_{гм}$) определяется по формуле

$$A_{гм} = A_p (1 + K_b) \quad (3.8)$$

Для расчета производительности по горной массе также можно воспользоваться эмпирической зависимостью

$$A_{гм} = 42S - 10^5 \cdot S^2, \quad (3.9)$$

где S - средняя по глубине горизонтальная площадь проектного карьера
 Расчет годовой производительности по нормам технологического проектирования осуществляется, как правило, в базовых вариантах оконтуривания. В промежуточных вариантах годовую производительность по руде (A_p) рассчитывают по формуле

$$A_p = a + b \sqrt{3} \varepsilon, \quad (3.10)$$

где 3 - эксплуатационные запасы руды, тыс. т; a, b - числовые коэффициенты, определяемые путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} A_{p_2} = a + b \sqrt{3} \varepsilon_2 \\ A_{p_1} = a + b \sqrt{3} \varepsilon_1 \end{cases} \quad (3.11)$$

В соответствии с принятой системой разработки и выбранной производительностью в горно-технической части также рассматриваются условия воздухо- и водоснабжения, вентиляции, откатки и подъема полезного ископаемого при подземной разработке, транспортировки вскрыши в отвал, а полезного ископаемого - на фабрику. С учетом этого выбирается основное оборудование, режим работы предприятия, определяются укрупненно объем работ по электро-, тепло- и водоснабжению.

3.3. Технологическая часть

Обоснование технологии переработки минерального сырья базируется на данных изучения его вещественного состава, структурно-текстурных особенностей, физико-механических и других свойств, на результатах технологических испытаний, а также передового опыта переработки (обогащения) аналогичных видов минерального сырья. При наличии на месторождении нескольких технологических типов руд, подлежащих раздельной переработке, технологию переработки обосновывается для каждого из них.

Объемы и виды технологических исследований должны быть достаточны для выбора технологической схемы переработки минерального сырья и обоснования ее основных показателей. К ним относятся - качество получаемой товарной продукции, ее выход от исходного минерального сырья, а для рудных месторождений - извлечение основных и попутных компонентов в товарную продукцию в процентах.

В соответствии с выбранной схемой обогащения составляется материальный баланс, согласно которому количество металла, поступившего на обогащение, равно количеству металла, просуммированного по продуктам обогащения. Связь основных показателей обогащения выражается в виде следующей формулы:

$$I_{\infty} = (B_k \cdot M_k) / M_p, \quad (3.12)$$

где I_{∞} - извлечение при обогащении, %; B_k - выход концентрата, %; M_k и M_p - содержание металла в концентрате и добытой руде, соответственно, %.

При упрощенных расчетах, когда широко используются технико-экономические показатели предприятий-аналогов, коэффициент извлечения металла в концентрат иногда принимают по аналогии. В этом случае может

оказаться необходимым обосновать уже другой показатель - выход концентрата (V_k) в тоннах по формуле

$$V_k = [I_{об} \cdot M_p(1-p)] / M_k, \quad (3.13)$$

где p - показатель разубоживания, доли ед.

При этом расход руды на получение 1 т концентрата (q)

$$q = 1 / V_k. \quad (3.14)$$

Добытое полезное ископаемое может перерабатываться на вновь построенной на месторождении обогатительной фабрике или на действующих в регионе предприятиях, имеющих свободные мощности или требующих увеличения мощностей по переработке сырья. Выбор местонахождения обогатительной фабрики обосновывается экономическими расчетами.

Производительность обогатительной фабрики по руде в конкретных условиях зависит от масштаба производства снабжающих ее рудников. Как правило, при оценке месторождений она принимается равной годовой производительности предприятия по добыче руды.

При оценке рудных месторождений конечной товарной продукцией обычно является сам металл. Поэтому процесс переработки минерального сырья следует оценивать, включая металлургический передел. Для этого необходимы сведения о технологической схеме переработки концентратов, извлечении полезных компонентов в конечную товарную продукцию, а также перечень выпускаемой конечной товарной продукции по маркам. Эти показатели принимаются по фактическим данным металлургических предприятий, на которых предусматривается переработка концентратов и промпродуктов из руд оцениваемого месторождения.

Сквозное извлечение металла в конечный товарный продукт (I) с учетом металлургического передела

$$I = I_{об} \cdot I_m, \quad (3.15)$$

где I_m - извлечение при металлургическом переделе, доли ед.

Изучение поведения попутных компонентов в процессе переработки, содержание этих компонентов в продуктах обогащения, баланс распределения каждого попутного компонента по минералам и продуктам.

Определение состава и свойств отходов основного производства, возможность их промышленного использования, целесообразность учета количества отдельных видов отходов или утверждение их запасов.

3.4. Вопросы охраны окружающей среды

Изучение и прогнозирование воздействия результатов геологоразведочных работ, а также разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду является обязательной составной частью ГЭО [14]. Полученные при этом данные должны способствовать ликвидации их негативных последствий, получению исходных данных, необходимых для комплексного промышленного освоения, а также разработке рационального комплекса природоохранных мероприятий, определению их стоимости на разных стадиях изучения и геолого-экономической оценке месторождений. Результаты отмеченных исследований проходят экологическую экспертизу.

Влияние геологоразведочных работ и промышленного освоения месторождений на окружающую среду многоаспектно. Оно может выражаться в нарушении природного ландшафта территории, изменении режима поверхностных и подземных вод, загрязнении воздушного и водного бассейнов, выводе из хозяйственного оборота или снижении продуктивности плодородных земель и других негативных воздействиях. Характер и степень этого влияния в значительной мере обусловлены способом ведения

геологоразведочных работ и отработки месторождения, а также составом добываемых и перерабатываемых полезных ископаемых, технологий их обогащения, металлургического и химического передела, степени очистки отходящих газов и сточных вод.

Предотвращение или нейтрализация отрицательного воздействия освоения месторождения на природную среду возможны только при наличии максимально полной информации о характере объекта и условиях его эксплуатации. Она должна быть получена в процессе разведочных работ и использована для выработки соответствующих проектных решений и природоохранных мероприятий.

Все эти вопросы, разобранные с той или иной степенью достоверности (в зависимости от собранного материала), находят отражение в разрабатываемых ТЭД и ТЭО.

3.5. Экономическая часть

В данном разделе приводится обоснование величины инвестиций (капитальных вложений и оборотных средств) в освоение месторождения, а также эксплуатационных затрат, связанных с добычей и обогащением полезного ископаемого. Рассчитываются показатели эффективности освоения месторождений, выбирается оптимальный вариант их освоения.

3.5.1. Обоснование инвестиций в освоение месторождений

Инвестиции включают в себя капитальные вложения на фонды промышленного и непромышленного назначения, а также инвестиции в оборотный капитал.

К фондам промышленного назначения относятся: рудник с комплексом горно-капитальных выработок, зданий, сооружений и

оборудования; обогатительная фабрика с объектами хвостового хозяйства и оборотного водоснабжения; участок автомобильных дорог и железнодорожных путей от месторождения до существующих путей сообщения; службы энерго-, водо- и теплоснабжения, канализации и т.д. На ранних стадиях изучения месторождения к капитальным вложениям относятся также предстоящие затраты на геологоразведочные работы для подготовки месторождения к промышленному освоению. Затраты на геологоразведочные работы ранее разведанных месторождений учитываются посредством налога на воспроизводство минерально-сырьевой базы.

Непромышленные фонды — это объекты социального, жилищного и бытового назначения.

1. Капитальные вложения в строительство рудника определяются в соответствии с намеченным способом разработки, исходя из годовой производительности и капитальных удельных вложений на горно-капитальные работы, оборудование, здания и сооружения в соответствии с глубиной разработки и с учетом территориального поправочного коэффициента. Учитываются также затраты на получение лицензий: права на пользование землей и недрами, на определенные виды деятельности; организационные расходы, включая регистрацию предприятия; затраты по компенсации потерь от изъятия земель и другие расходы, связанные со строительством объектов.

Капитальные вложения в строительство карьера, рудника определяются по формуле

$$K_p = K_{ур} \cdot A_p, \quad (3.16)$$

где $K_{ур}$ — удельные капитальные затрат на 1 т годовой производительности по руде или горной массе, руб.; A_p — производительность рудника по руде или горной массе, тонн в год.

Нормативы капитальных удельных вложений на строительство рудника приведены в таблицах 8-15.

Таблица 8

Нормативы удельных капитальных вложений на 1 т годовой производительности карьера по сырой руде (цветные металлы), руб.

Производительность карьера по сырой руде, млн т	Мощность наносов, м				
	150 - 200	100 - 150	50 - 100	25 - 50	0 - 10
45	7,0 - 8,3	4,5 - 7,0	1,9 - 4,5	0,8 - 1,9	0,6 - 0,8
35	7,6 - 9,0	5,2 - 7,6	2,5 - 5,2	1,5 - 2,5	0,8 - 1,5
24	8,5 - 9,6	5,9 - 9,5	3,3 - 5,9	2,4 - 3,3	1,2 - 2,4
16	9,0 - 10,2	6,5 - 9,0	3,8 - 6,5	2,9 - 3,8	1,4 - 2,9
8	9,4 - 10,3	6,9 - 9,4	4,3 - 6,9	3,3 - 4,3	1,7 - 3,3
4	-	9,4 - 10,3	4,5 - 7,1	3,6 - 4,5	1,8 - 3,6
До 4	-	8,0	4,8 - 7,4	3,8 - 4,8	1,9 - 3,8

Примечания.

1. Нормативами не учтены капитальные вложения в строительство линий электропередач. Их следует определять отдельно (см. таблицу 18).
2. Нормативы капитальных удельных вложений приведены к 1-му району. При определении нормативов для других районов следует пользоваться районными коэффициентами (см. таблицу 12).
3. Показатели капитальных вложений приведены в ценах на 01.01.84 г. Для приведения их к ценам 2001 г. следует умножить на коэффициент 20 (по данным института «Уралгипроруда»).

Для автомобильного транспорта расстояние транспортирования составляет 3 - 5 км; при изменении расстояния расходы следует корректировать, исходя из норм 0,14 - 0,20 руб. на 1 км, в зависимости от производительности карьера; больший показатель относится к меньшей производительности карьера.

Таблица 9

Нормативы удельных капитальных вложений для карьеров без затрат на горно-капитальные работы и осушение (железные руды), руб.

Производительность карьера по горной массе, млн т	Для железнодорожного транспорта, руб./т	Для автомобильного транспорта, руб./т
3,0 - 5,0	2,6 - 2,5	2,35 - 2,23
5,0 - 10,0	2,5 - 2,25	2,20 - 2,00
10,0 - 20,0	2,25 - 1,90	2,00 - 1,64
20,0 - 50,0	1,90 - 1,50	1,64 - 1,25
50,0 - 70,0	-	1,25 - 1,20
50,0 - 100,0	1,50 - 1,35	-

Примечания.

1. Нормативы удельных капитальных вложений включают основные виды капитальных затрат, предусмотренных сметой, кроме затрат на горно-капитальные работы и осушение карьеров, приведенных в таблицах 10 и 11.
2. Нормативы приведены для 1-го района в ценах на 01.01.84 г. Для других районов следует пользоваться коэффициентами таблицы 12.
3. Нормативы включают затраты на строительство комплекса всех вспомогательных и обслуживающих цехов (ремонтных, электроснабжения и т.д.). Если карьер строится в составе действующего предприятия, вспомогательные цехи которого будут обслуживать карьер, норматив следует уменьшить на 20 - 25 %.
4. Если горная масса на 70 и более процентов представлена рудой, то нормативы за счет затрат на горное оборудование отвального хозяйства, строительство дорог на отвалах и др. должны быть снижены на 7 - 10 %.
5. Нормативы приведены для транспортирования железнодорожным транспортом на расстояние до 10 км, при изменении расстояния транспортировки нормативы следует корректировать на 0,4 руб. на 1 км транспортирования.

Таблица 10

Нормативы удельных капитальных затрат на горно-капитальные работы (руб./т) (железные руды)

Производительность карьера по руде, млн т / год	Мощность наносов, м					
	150 - 200	100 - 150	60 - 100	30 - 60	10 - 30	до 10
35	3,0 - 4,85	1,75 - 3,0	0,8 - 1,75	0,45 - 0,8	0,10 - 0,45	0,15
30	3,50 - 5,65	2,05 - 3,5	0,95 - 2,05	0,55 - 0,95	0,10 - 0,55	0,15
25	4,20 - 6,75	2,45 - 4,20	1,10 - 2,45	0,65 - 1,10	0,15 - 0,65	0,20
20	4,20 - 8,40	3,05 - 5,25	1,40 - 3,05	0,85 - 1,40	0,20 - 0,85	0,25
15	7,00 - 11,30	4,05 - 7,00	1,95 - 4,05	1,10 - 1,85	0,25 - 1,10	0,35
10	-	6,10 -	2,80 - 6,10	1,65 - 2,80	0,35 - 1,65	0,50
5	-	10,50 -	5,60 -	3,30 - 5,60	0,70 - 3,30	1,00
3	-	-	12,30 -	5,50 - 9,35	1,20 - 5,50	1,65

Примечания.

- Приведенные нормативы предпочтительнее использовать для карьеров с равнинным рельефом местности для 1-го района, для других районов пользоваться коэффициентами таблицы 12.

Таблица 11

Нормативы удельных капитальных вложений на осушение железурудных месторождений, разрабатываемых открытым способом

Геологические и инженерно-геологические условия	Способ осушения	Производительность по горной массе, млн т	Удельные капитальные вложения на осушение 1 т горной массы, руб.	Примеры месторождений
Сложные 1. Месторождения в карбонатных карстающихся породах, водопритоки 500-2000 м ³ /ч, возможно до 5000 м ³ /ч 2. Месторождения в рыхлых водоносных песчано-глинистых породах мощностью до 50 м; водопритоки 500-1500 м ³ /час	Поверхностный	15 - 25	0,08 - 0,05	Ковдорское Коршуновское Рудногорское
		25 - 50 50 - 75 и более	0,05 - 0,03 0,03 - 0,02	
Весьма сложные Месторождения в водоносных трещиноватых скальных и полускальных породах, перекрытых мощной толщей (свыше 100 м); водопритоки 1000 - 6000 м ³ /ч	Комбинированный или подземный	15 - 25	0,20 - 0,15	Лисаковское
		250 - 50 и более	0,15 - 0,10	
		25 - 50	0,65-0,45	Качарское Лебединское Михайловское Сарбайское Соколовское
		50 - 75	0,45-0,35	
75 - 100	0,35-0,25			

Примечания

1. Нормативы рассчитаны для 1-го района, для остальных районов следует применять поправочный коэффициент по таблице 12.
2. Нормативами учтена стоимость оборудования, дренажной системы и связанных с нею водосточных сооружений (трубопроводов, насосных станций).
3. Поверхностный способ - осушение месторождения дренажными штрелками в горизонтальных скважинах. Подземный способ - осушение месторождения штрелками в сочетании со скважинами.

Полные нормативы удельных капитальных вложений на строительство карьера на 1 т производительности по горной массе (железной руды) определяют путем суммирования частных нормативов, представленных в

таблицах 9 - 11 с учетом поправочных коэффициентов (см. таблицу 12) и коэффициентов, учитывающих инфляцию.

Таблица 12

Коэффициенты, применяемые к стоимости строительно-монтажных работ для различных районов строительства

Район	Наименование района	Коэффициент
I	Центральный район	1,0
I	Украина	1,0
II	Урал	1,05
III	Казахстан	1,05
IV	Западная Сибирь	1,07
V	Северо-Запад и Восточная Сибирь (районы, приравненные к районам Крайнего Севера)	1,15

Полные нормативы удельных капитальных вложений в строительство новых подземных рудников на 1 т годовой производительности по сырой руде (железные руды) устанавливаются суммированием частных нормативов по таблицам 13 - 15 с учетом поправочных коэффициентов (см. таблицу 12) и коэффициентов, учитывающих инфляцию.

Таблица 13

Нормативы удельных капитальных вложений на строительство новых подземных рудников на 1 т годовой производительности по сырой руде (без затрат на горно-капитальные работы и осушение) (железные руды)

Годовая производительность шахт по сырой руде, млн т	Удельные капитальные вложения, руб.
1,0 - 2,0	13,5 - 12,3
2,0 - 5,0	12,3 - 10,4
5,0 - 8,0	10,4 - 9,8

Примечания

1. Нормативы приведены для 1-го района в ценах на 01.01.84 г.
2. При специальных способах осушения месторождений к нормативам следует добавлять затраты на осушение и водопонижение по таблице 15. Затраты на дренаж и водопонижение, не требующие строительства специальных дренажных горизонтов, в нормативах учтены.
3. В нормативах учтены затраты на строительство вспомогательных и обслуживающих цехов.

Нормативы удельных капитальных вложений на горно-капитальные работы на 1 т годовой производительности по сырой руде при строительстве новых подземных рудников (железные руды)

Головая производительность шахт по сырой руде, млн т	Удельные капитальные вложения
1,0 - 2,0	8,3 - 7,7
2,0 - 5,0	7,7 - 6,2
5,0 - 8,0	6,2 - 5,2

Примечания.

1. Нормативы установлены для условий I-го района в ценах на 01.01.84 г.
2. В нормативах учтены затраты на вскрытие и подготовку запасов (горизонтов) на 10-летний срок работы рудника с выходом на проектную мощность. При вскрытии запасов на большой срок эксплуатации к нормативам применяются коэффициенты 1,2.
3. В нормативах учтены затраты на строительство рудника при длине шахтного поля от 1,5 до 2,0 км; при меньших размерах шахтного поля следует применять коэффициент 0,9; при больших - 1,1.

Таблица 15

Удельные капитальные вложения на осушение 1 т сырой руды железорудных месторождений, разрабатываемых подземным способом, руб.

Геологические и инженерно-геологические условия	Способ осушения	Производительность по сырой руде, млн т	Удельные капитальные вложения на осушение 1 т сырой руды, руб.		Примеры месторождений
			2	3	
Сложные Месторождения в скальных и полускальных трещиноватых породах с наличием обводненных зон по тектоническим трещинам или водоносных карстующихся пород висячем боку рудной залежи; водоприитоки 560 - 2000 м ³ /ч	Подземный	2,5 - 50 50 - 10,0 10,0 - 20,0	0,7 - 0,4 0,4 - 0,3 0,3 - 0,2	4	5
Весьма сложные Месторождения в водоносных скальных трещиноватых породах, перекрытых толщей рыхлых и полускальных водоносных пород мощностью до 200 м, водоприитоки 1500-4000 м ³ /ч	Комбинированный или подземный	2,5 - 50 50 - 10,0 10,0 - 20,0	4,0 - 2,0 2,0 - 1,5 1,5 - 0,8		Рудники Ю. Сарбайский, Соколовский

1	2	3	4	5
Месторождения в водоносных скальных трещиноватых породах, перекрытых толщей рыхлых и скальных водоносных пород мощностью от 200 до 550 м, водоприитоки 3000-7000 м ³ /час	Комбинированный	До 5,0 5,0 - 10,0 10,0 - 30,0	7,0 7,0 - 4,0 4,0 - 3,0	Рудник Яковлевский Запорожский железорудный комбинат

Примечания.

Нормативы рассчитаны для I района; для остальных районов следует применять поправочный коэффициент по табл. 12.

2. Капитальные вложения в строительство обогащательной фабрики определяются с учетом ее производительности и удельных затрат на 1 т производственных мощностей по переработке минерального сырья, а также территориального поправочного коэффициента (таблица 12, 16).

Таблица 16

Удельные капитальные вложения в основное производство подземных рудников и обогатительных фабрик цветной металлургии (цены 01.01.84 г.)

Головая производительность по руде, тыс. т	Удельные капиталовложения на 1 т годовой производительности, руб.	
	по подземному руднику	по обогатительной фабрике флотационное обогащение
100	65	27
200	52	22
300	46	19
500	35	14
750	31	13
1000	29	12
1500	27	11,6
2000	25	11
2500	23	10,8

Примечания.

1. Удельные капитальные вложения приведены для I-го района.
2. К удельным капитальным вложениям для подземных рудников применяются поправочные коэффициенты:
 - рудники, работающие в тяжелых условиях - 1,3;
 - при вскрытии штольнями - 0,8;
 - при открытых штольнях - 0,7.
3. Удельные капитальные вложения на строительство обогатительной фабрики рассчитаны при условии получения фабрики концентратов, при отклонении вводят поправочные коэффициенты 0,8 (при одном концентрате) и 1,2 (при трех и более концентратах).

Капитальные вложения на строительство обогатительной фабрики определяются по формуле

$$K_{\phi} = K_{\text{н}} \cdot A_{\phi}, \quad (3.17)$$

где $K_{\text{н}}$ — удельные капиталовложения на 1 т годовой производительности, руб.; A_{ϕ} — годовая производительность фабрики.

3. При необходимости строительства автомобильных дорог от рудника (карьера) до обогатительной фабрики капитальные затраты на ее сооружение могут быть определены в соответствии с данными таблицы 17.

Таблица 17
Нормативы удельных капитальных вложений на строительство 1 км автомобильных дорог общего пользования, тыс. руб.

Тип автомобильной дороги	Ширина, м		Категория рельефа местности		
	земляное полотно	дорожное покрытие	I	II	III
II усовершенствованный капитальный	15	7,5	300	360	560
III — то же	12	7,0	170	210	370
IV усовершенствованный облегченный	12	7,0	150	180	310
IV — то же	10	6,0	95	115	220
V — переходный	10	6,0	70	85	185

Примечания.
Нормативы удельных капитальных вложений приведены для I-го района в сметных ценах на 01.01.84 г.

4 Капитальные затраты на энергообеспечение складываются из затрат на строительство ЛЭП (таблица 18) и сооружение понижающей подстанции.

Нормативы удельных капитальных вложений на строительство

1 км линии электропередач

Вид опор	Удельные капиталовложения, тыс. руб. на 1 км ЛЭП	
	35 кВт	110 кВт
Стальные одноопорные	9,2 - 14,1	11,1 - 15,7
Стальные двухопорные	13,3 - 20,9	16,6 - 25,2
Железобетонные одноопорные	7,7 - 10,9	8,9 - 13,9

Примечания

Цена приведена для I-го района работ на 01.01.84 г.

Стоимость понижающей подстанции составляет от 250 до 750 тыс. руб. в ценах на 10.01.84 г.

5. Капитальные вложения на предстоящие геологоразведочные работы учитываются, исходя из запасов месторождения, а также из удельных затрат на разведку 1 т руды запасов категорий A+B+C₁. Они определяются по данным объектов-аналогов или методом прямого расчета путем составления сметы на проведение геологоразведочных работ. Ориентировочно капитальные вложения на геологоразведочные работы можно рассчитать по ставкам отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы. Они производятся от стоимости товарной продукции из добытых предприятием полезных ископаемых.

Ставки отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы приведены в таблице 19.

6. Прочие капитальные вложения включают: капитальные вложения в строительство объектов жилищного, коммунального и культурно-бытового назначения; затраты на получение лицензии, землеотвод, благоустройство территории и др. Капитальные вложения в строительство объектов жилищного, коммунального и культурно-бытового назначения определяются исходя из числа трудящихся на горном предприятии и удельных затрат на одного человека при строительстве объектов.

Таблица 19

Ставки отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы (ФЗ от 30.12.95 № 224 - ФЗ)

Виды полезных ископаемых	Размер ставки отчислений, %
Нефть, газ и конденсат	10,0
Уголь	5,0
Торф	3,0
Радиоактивное сырье	3,0
Железные и хромовые руды	3,7
Цветные и редкие металлы	8,2
Благородные металлы	7,8
Алмазы, пьезооптическое, высокоочищенное кварцевое и камнесамоцветное сырье	3,5
Апатиты и фосфориты	3,1
Калийная соль	1,7
Другие полезные ископаемые, включая подземные воды	5,0

Общие капитальные затраты ($K_{общ}$) складываются из суммы затрат на строительство рудника (карьера) K_p , обогатительной фабрики K_f , затрат на транспорт K_t , строительство линий электропередач $K_{эл}$; затрат на геологоразведочные работы $K_{гр}$; прочих затрат $K_{проч}$.

Прочие капитальные вложения ориентировочно можно принять: 10 – 15 % для малых и средних объектов и 20 – 25 % - для крупных от суммы капитальных затрат на строительство рудника (карьера) и обогатительной фабрики. Капитальные вложения могут быть определены на основе данных объектов-аналогов [20, 21].

3.5.2. Эксплуатационные затраты

Эксплуатационные затраты, связанные с добычей и обогащением полезного ископаемого, состоят из цеховых, общекомбинатских и внепроизводственных расходов. Они определяют себестоимость продукции горно-обогатительного предприятия.

Эксплуатационные затраты устанавливаются, как правило, прямым расчетом на основе укрупненных показателей. Возможно также использование показателей существующих предприятий, разрабатывающих аналогичные месторождения в сходных географо-экономических условиях [20].

1. Цеховые эксплуатационные затраты при подземной добыче полезного ископаемого определяются с помощью укрупненных нормативных показателей себестоимости добычи руды в зависимости от годовой производительности рудника, глубины разработки и варианта вскрытия.

При открытой добыче – с помощью укрупненных нормативов в зависимости от годовой производительности, типов и размеров основного оборудования, транспортных средств, глубины карьера и коэффициента вскрыши.

Затраты по обогащению полезного ископаемого определяются с помощью укрупненных нормативных показателей цеховой себестоимости обогащения в соответствии с намеченной производительностью фабрики, способом обогащения и составом руд.

Укрупненные показатели цеховых эксплуатационных затрат приведены в таблицах 20 – 23.

Таблица 20

Себестоимость добычи и обогащения 1 т руды для руд цветных металлов (по ЦИИ) в зависимости от мощности предприятия

Мощность предприятия, тыс. т /год	Затраты на добычу 1 т руды, руб.		Затраты на обогащение 1 т, руб.		Общие затраты, руб./т	
	подземный	открытый	подземный	открытый	подземный	открытый
33	13	6,0	6,0	19,0	12,0	
85	11	5,0	5,5	16,5	10,5	
165	9,5	4,0	5,0	14,5	9,0	
330	8,0	3,0	4,5	12,5	7,5	
1050	6,3	2,3	4,0	8,6	6,3	
1650	5,0	1,5	3,5	8,5	5,0	
3300	4,0	0,7	2,5	6,5	3,2	

Примечания

Себестоимость добычи и обогащения 1 т руды приведена в ценах на 01.01.84 г. для 1-го района

Таблица 21

Себестоимость 1 т вскрышных пород (цветные руды)

Производительность по горной массе, млн т	0,5	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Себестоимость 1 т, руб	0,92	0,68	0,60	0,52	0,40	0,38

Примечания.

Себестоимость 1 т вскрышных пород для 1-го района приведена в ценах на 01.01.84 г.

Таблица 22

Нормативная себестоимость 1 т горной массы для железорудных карьеров

Годовая производительность карьера по горной массе, млн т	Себестоимость 1 т горной массы, руб.
До 0,5	1,10 - 0,92
0,5 - 5,0	0,92 - 0,63
5,0 - 10,0	0,68 - 0,60
10 - 20,0	0,60 - 0,52
20,0 - 50,0	0,52 - 0,40
50,0 - 100,0	0,40 - 0,38

Примечания.

1. В нормативной себестоимости заработная плата приведена для 1 района в ценах 01.01.84 г. Для других районов необходимо пользоваться поправочными коэффициентами:

Казахстан	- 1,05
Урал	- 1,06
Сибирь	- 1,15

2. Нормативная себестоимость определена для горной массы при содержании 20 % рыхлых и 80 % скальных пород. При ином соотношении на каждые 10 % изменения объема скальных пород добавляют (исключают) 2 коп. на 1 т горной массы.

3. Транспортные расходы в нормативной себестоимости соответствуют дальности транспортирования горной массы при железнодорожном транспорте - 10 км, при автотранспорте - 3,5 км.

При изменении расстояния транспортирования нормативную себестоимость 1 т горной массы нужно корректировать, исходя из себестоимости 1 т - км: для железнодорожного транспорта 1,4 - 1,6 коп.; для автотранспорта 5 - 7 коп.

Для приведения нормативов эксплуатационных затрат к ценам 2001 г. следует применять поправочный коэффициент (по данным Уралгипроруды)

20. Этот коэффициент учитывает затраты, связанные с добычей и обогащением, а также отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой

базы, на рекультивацию, платежи за предельно допустимые выбросы, плату за землю, недра, воду, налоги и др.

Таблица 23

Нормативная себестоимость 1 т сырой руды для шахт (железные руды)

Годовая производительность шахт по сырой руде млн т	Себестоимость 1 т сырой руды, руб.
0,5 - 1,0	5,4 - 4,42
1,0 - 2,0	4,42 - 3,58
2,0 - 5,0	3,58 - 2,45
5,0 - 10,0	2,45 - 1,97

Примечания

1. Нормативы основаны на уровне заработной платы в Криворожском бассейне ($\kappa=1,1$). Для учета более высоких районных коэффициентов к нормативам применяют поправочный коэффициент, исчисленный делением полного коэффициента на 1,1.

2. Нормативы установлены для шахт с вертикальными и наклонными стволами, при шпильном вскрытии нормативы уменьшаются на 10 %.

3. Показатели себестоимости приведены для глубины разработки шахтами мощностью до 3 млн т - 400-500 м; свыше 3 млн т - до глубины 500-600 м. В соответствии с данными Криворожского ННГРП, при глубине разработки меньше 400 м себестоимость руды на каждый 100 м следует снижать на 0,19 - 0,22 руб.; при увеличении глубины свыше 500 м себестоимость следует увеличивать на 0,30 - 0,35 руб. на каждый 100 м.

2. **Общекорбинатские расходы** зависят от цеховой себестоимости добычи, обогащения и составляют обычно 8 - 10 % от цеховых расходов.

3. **Внепроизводственные расходы** складываются из затрат на погрузочно-разгрузочные работы, транспортировку концентрата до линии железной дороги общего пользования. Укрупненно они могут быть взяты в размере 3 - 5 % от цеховой себестоимости.

Поправочные коэффициенты к эксплуатационным затратам для приведения цен на 01.01.84 г. к текущим (2001 г.) следует брать равными 20.

Общая сумма годовых эксплуатационных затрат ($Z_{\text{общ}}$) составит:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{цех}} + Z_{\text{общ.комб}} + Z_{\text{внепрод.}} \quad (3,18)$$

где $Z_{\text{цех}}$ - цеховые эксплуатационные затраты, руб.; $Z_{\text{общ.комб}}$ - общекомбинатские расходы, руб.; $Z_{\text{внепрод.}}$ - внепроизводственные расходы, руб.

3.5.3. Показатели эффективности освоения месторождения

При оценке эффективности освоения месторождения соизмерение разновременных затрат и показателей осуществляется путем приведения (дисконтирования) их к базисному моменту времени - началу строительства горнодобывающего предприятия. Это реализуется их умножением на коэффициент дисконтирования α_t [14]:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+E_d)^t}, \quad (3.19)$$

где t - номер расчетного года, начиная от начала строительства; E_d - норма дисконтирования (принимается приемлемой для инвестора нормой дохода на капитал). Обычно эта норма в горной промышленности колеблется:

- от 10 - 12 % - при разработке месторождений строительных материалов;
- 15 - 18 % - при разработке месторождений черных и цветных металлов;
- до 20 - 25 % - при разработке месторождений золота.

Основными показателями экономической эффективности освоения месторождения являются [12,14]:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- индекс доходности (I_d);
- срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), $T_{\text{ок}}$;
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- рентабельность предприятия по отношению к производственным фондам (R_{Φ});

- рентабельность предприятия по отношению к эксплуатационным затратам (R_z).

Чистый дисконтированный доход определяется как сумма чистых доходов за весь расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T \left[\frac{1}{(1+E_d)^t} \right] \cdot \sum_{i=1}^T \left[K_i \cdot \frac{1}{(1+E_d)^i} \right], \quad (3.20)$$

где $t=1, 2, 3, \dots, T$; Π_t - стоимость продукции (выручка) в t -м году, руб.; Z_t - эксплуатационные затраты (себестоимость) в t -м году без учета амортизационных отчислений, руб.; T - количество лет от начала строительства до ликвидации предприятия; K_t - капитальные вложения (инвестиции) в t -м году, руб.

На начальных стадиях изучения месторождения не представляется возможным определить величину выручки, эксплуатационных затрат и капитальных вложений по отдельным годам от начала строительства до ликвидации предприятия. Поэтому величины выручки, затрат и, соответственно, дохода принимаются постоянными за все время разработки месторождения. Капитальные вложения также принимаются постоянными за весь срок строительства предприятия. В этом случае ЧДД определяется по формуле [14]

$$\text{ЧДД} = D_t^i \cdot \frac{(1+E_d)^T - 1}{(1+E_d)^T} - K_t \cdot \frac{(1+E_d)^T - 1}{(1+E_d)^T} \cdot E_d, \quad (3.21)$$

с суммирующей суммой.

где D_t^i - среднегодовой доход; K_t - среднегодовая величина капитальных вложений; E_d - норма дисконтирования, доли единицы; T - время эксплуатации месторождения; T_c - время строительства предприятия; $T = T_c + T_e$.

Если ЧДД положителен, то освоение месторождения эффективно; при отрицательном ЧДД освоение окажется неэффективным как не отвечающее

установленной норме дохода.

Индекс доходности (I_n) показывает, во сколько раз приведенные доходы превышают приведенные капитальные вложения:

$$I_n = \frac{\sum_{t=1}^T \left[(C_t - 3) \frac{1}{(1+E_D)^t} \right]}{\sum_{t=1}^T \left[K_t \frac{1}{(1+E_D)^t} \right]}, \quad (3.22)$$

или на начальных этапах изучения месторождения:

$$I_n = D_t^i \frac{\left(\frac{(1+E_D)^T - 1}{(1+E_D)^T - E_D} \right) / K_T \left(\frac{(1+E_D)^T - 1}{(1+E_D)^T - E_D} \right) \frac{1}{(1+E_D)^T}}{\left(\frac{(1+E_D)^T - 1}{(1+E_D)^T - E_D} \right) / K_T \left(\frac{(1+E_D)^T - 1}{(1+E_D)^T - E_D} \right) \frac{1}{(1+E_D)^T}} \quad (3.23)$$

Срок окупаемости капитальных вложений ($T_{ок}$) – временной интервал с момента начала разработки месторождения, за который приведенные доходы равны приведенным капитальным вложениям:

$$\sum_{t=1}^T \left[(C_t - 3) \frac{1}{(1+E_D)^t} \right] = \sum_{t=1}^T \left[K_t \frac{1}{(1+E_D)^t} \right] \quad (3.24)$$

или на начальных стадиях изучения месторождения:

$$D_t^i \frac{\left(\frac{(1+E_D)^T - 1}{(1+E_D)^T - E_D} \right) - 1}{E_D} = K_T \frac{\left(\frac{(1+E_D)^T - 1}{(1+E_D)^T - E_D} \right) \frac{1}{(1+E_D)^T}}{E_D} \quad (3.25)$$

Графически срок окупаемости можно представить на рис. 5.

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ту норму дисконта (E_D), при которой величина приведенных доходов равна приведенным капитальным вложениям:

$$ВНД = E_n,$$

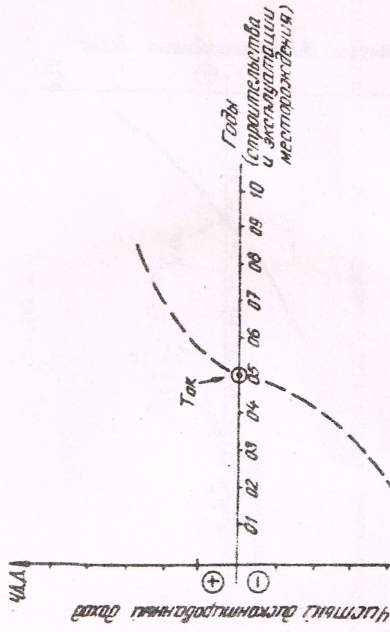


Рис. 5. Определение срока окупаемости капитальных вложений ($T_{ок}$) графическим способом (точка пересечения кривой изменения ЧДД с осью абсцисс)

если

$$\sum_{t=1}^T \left[(C_t - 3) \frac{1}{(1+E_{D,i})^t} \right] = \sum_{t=1}^T \left[K_t \frac{1}{(1+E_{D,i})^t} \right] \quad (3.26)$$

На начальных стадиях изучения месторождения:

$$D_t^i \frac{\left(\frac{(1+E_{D,i})^T - 1}{(1+E_{D,i})^T - E_{D,i}} \right) - 1}{E_{D,i}} = K_T \frac{\left(\frac{(1+E_{D,i})^T - 1}{(1+E_{D,i})^T - E_{D,i}} \right) \frac{1}{(1+E_{D,i})^T}}{E_{D,i}} \quad (3.27)$$

где $E_{D,i}$ – перебор значений нормы дисконта; i – номер значения ($i=1, 2, 3, \dots, n$).

Для расчета ВНД целесообразно определить ЧДД при трех значениях E_n (рис. 6).

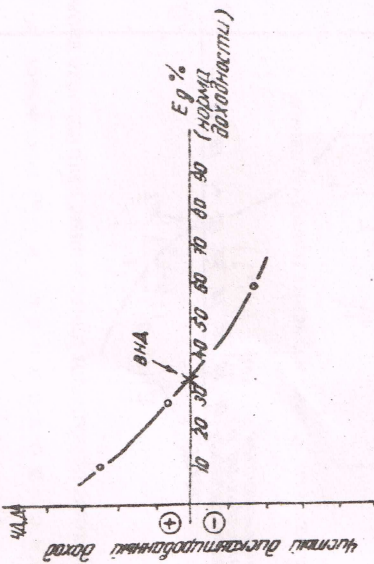


Рис. 6. Определение внутренней нормы доходности (ВНД) графическим способом

Рентабельность предприятия по отношению к основному производственному фонду (R_{Φ}) вычисляется по формуле

$$R_{\Phi} = \frac{\Pi_{\Phi}}{K} \cdot 100 \% \quad (3.28)$$

где K – капитальные вложения в освоение месторождения; Π_{Φ} – средняя годовая прибыль после уплаты налогов,

или

$$R_{\Phi} = \frac{D_{\Phi}}{K} \cdot 100 \% \quad (3.29)$$

где D_{Φ} – среднегодовой доход.

Рентабельность предприятия по отношению к годовым эксплуатационным затратам (R_z) может быть определена по формуле

$$R_z = \frac{\Pi_z}{Z} \cdot 100 \% \quad (3.30)$$

или

$$R_z = \frac{D_z}{Z} \cdot 100 \% \quad (3.31)$$

где Z – затраты годовые, руб.

3.5.4. Обоснование оптимального варианта освоения месторождения и его промышленного значения

Обоснование оптимального варианта освоения месторождения осуществляется на основе сопоставления его технико-экономических показателей при различных значениях бортового содержания, а именно: величины запасов полезных компонентов, размера капитальных вложений, эксплуатационных затрат, чистого дисконтированного дохода и т.д. Перечень этих показателей приведен в таблице 24.

Ни один из этих показателей не является достаточным для окончательного вывода о предпочтении того или иного варианта освоения и подсчета запасов. Однако каждый из них должен отвечать заранее обусловленным требованиям инвестора: чистый дисконтированный доход и внутренняя норма доходности должны быть не меньше заранее установленной величины; срок окупаемости капитальных вложений – не более намеченного времени и т.п.

В таблице 25 приведены результаты повариантных технико-экономических расчетов определения промышленного значения полиметаллического месторождения [14]. Как видно из таблицы, конкурентоспособными являются результаты подсчета запасов при бортовом содержании 2 и 3 %.

Технико-экономические показатели оценки месторождения

Показатели	Условные обозначения	Единицы измерения
1. Норма дисконтирования	E_d	доли ед
2. Цена 1 т полезного компонента в концентрате	C	тыс руб
3. Коэффициент извлечения при обогащении	K_o	доли ед
4. Бортовое содержание	$C_{борт}$	%
5. Минимальное промышленное содержание	$C_{мин}$	%
6. Минимальные запасы изолированных тел полезного ископаемого	$Q_{мин}$	тыс т
7. Запасы руды категорий $A+B+C_1+C_2$	Q_p	тыс т
8. Запасы полезного компонента категорий $A+B+C_1+C_2$	Q_m	тыс т
9. Разубоживание	P	%
10. Потери при добыче	Π	%
11. Эксплуатационные запасы руды	$Q_{рз}$	тыс т
12. Эксплуатационные запасы полезного компонента	$Q_{мз}$	тыс т
13. Содержание полезного компонента в концентрате	C_k	%
14. Годовая производительность предприятия по руде	A_p	тыс т
15. То же по горной массе	$A_{гм}$	тыс т
16. «-» по добыче полезного ископаемого	$A_{дп}$	тыс т
17. «-» по выпуску концентрата	$A_{вк}$	тыс т
18. Срок действия предприятия	T	лет
19. Капитальные вложения	K	млн руб
20. Удельные капитальные вложения на 1 т производства	K_u	тыс руб
21. Годовые амортизационные отчисления	A_o	млн руб
22. Годовые капитальные вложения	K_t	млн руб
23. Эксплуатационные затраты на добычу и переработку 1 т полезного ископаемого	Z_d	руб
24. Годовые эксплуатационные затраты	Z_t	млн руб
25. Стоимость продукции за год	C_p	млн руб
26. Годовая прибыль	Π_t	млн руб
27. Налог на прибыль	N_n	млн руб
28. Чистая прибыль	$\Pi_{ч}$	млн руб
29. Годовой доход (чистая прибыль + амортизация)	D_t	млн руб
30. Чистый дисконтированный доход	$ЧДД$	млн руб
31. Срок окупаемости капитальных вложений	$T_{ок}$	лет
32. Индекс доходности	I_d	ед
33. Внутренняя норма доходности	$ВНД$	%
34. Рентабельность к эксплуатационным затратам	R_z	%
35. Рентабельность к капитальным вложениям	$R_{кв}$	%

Технико-экономические показатели подсчета запасов при бортовом содержании 1 % имеют худшие значения за исключением величин запасов руды и полезных компонентов, что недостаточно. Кроме того, содержание полезных компонентов (условного цинка) в интервале между контурами с бортовым содержанием 1 и 2 % значительно ниже минимального промышленного содержания.

Из сопоставления вариантов бортового содержания 2 и 3 % видно, что при $C_{борт}$ 2 % будет получена наибольшая величина чистого дисконтированного дохода, достаточно высокая внутренняя норма доходности и рентабельность, здесь же высокий индекс доходности.

Итак, промышленное значение месторождения определяется экономической эффективностью его разработки. Наряду с этим необходимо учитывать народнохозяйственную потребность в этом виде минерального сырья, наличие трудовых ресурсов, а также социальное положение населения в районе расположения объекта, экологическую ситуацию и т.п. Неполное удовлетворение потребности конкретного района в минеральном сырье может служить основанием для предложения о снижении налогов и предоставлении льгот при разработке месторождения.

Таблица 25
Технико-экономические показатели геолого-экономической оценки полиметаллического месторождения [14]

Показатели	Варианты					
	I		II		III	
	без налогов	с налогами	без налогов	с налогами	без налогов	с налогами
2	3	4	5	6	7	
Бортовое содержание условного цинка, %	3,0	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0
Разведанные запасы руды, тыс. т	6000	6000	8000	8000	9000	9000
Разведанные запасы компонентов, тыс. т						
медь	190,2	190,2	216,0	216,0	219,6	219,6
свинец	85,2	85,2	94,4	94,4	97,2	97,2
цинк	596,2	596,2	630,4	630,4	639,9	639,9
Среднее содержание в разведанных запасах, %						
медь	3,17	3,17	2,70	2,70	2,44	2,44
свинец	1,42	1,42	1,18	1,18	1,08	1,08
цинк	9,97	9,97	7,88	7,88	7,11	7,11
Потери при добыче	10	10	10	10	10	10
Разубоживание	10	10	10	10	10	10
Эксплозасы руды	6000	6000	8000	8000	9000	9000
Эксплозасы компонентов						
медь	171,0	171,0	194,4	194,4	197,6	197,6
свинец	76,2	76,2	85,0	85,0	87,5	87,5
цинк	537,5	537,5	567,4	567,4	575,9	575,9
Среднее содержание в эксплуатациях, тыс. т						
медь	2,85	2,85	2,43	2,43	2,20	2,20
свинец	1,28	1,28	1,06	1,06	0,97	0,97
цинк	8,97	8,97	7,09	7,09	6,40	6,40
условный цинк	16,9	16,9	13,84	13,84	12,52	12,52
Головая производительность по руде, тыс. т	300	300	400	400	450	450
Срок обеспечения запасами, лет	20	20	20	20	20	20
Извлечение при обогащении, %						
медь в медный концентрат	88	88	87	87	86	86
свинец в свинцовый концентрат	86	86	85	85	84	84
цинк в цинковый концентрат	86	86	85	85	84	84
Головой выпуск товарной продукции, т	7524,0	7524,0	8421,6	8421,6	8514,0	8514,0
медь в концентрате	3302,4	3302,4	3604,0	3604,0	3666,6	3666,6
свинец в концентрате	23142,6	23142,6	24106,0	24106,0	24192,0	24192,0
цинк в концентрате						

1	2	3	4	5	6	7
Цена 1 т товарной продукции, тыс. руб.	4251	4251	4251	4251	4251	4251
медь в концентрате	1163	1163	1163	1163	1163	1163
свинец в концентрате	1750	1750	1750	1750	1750	1750
цинк в концентрате						
Головая стоимость продукции, млн. руб.	31984,5	31984,5	35800,2	35800,2	36193,0	36193,0
медь в концентрате	3840,7	3840,7	4191,5	4191,5	4264,3	4264,3
свинец в концентрате	40499,6	40499,6	42185,5	42185,5	42336,0	42336,0
цинк в концентрате	76324,8	76324,8	82177,2	82177,2	82793,3	82793,3
Всего:						
Удельные затраты на добычу и переработку 1 т руды, тыс. руб.	40,859	40,859	35,0	35,0	32,91	32,91
Головые эксплуатационные затраты, млн. руб.	12257,7	-	14000,0	-	14809,5	-
Платежи и отчисления в эксплуатациях	-	11682,2	-	12658,2	-	12823,6
Головые эксплуатационные платежи, млн. руб.	-	23934,9	-	26658,2	-	27633,1
Амортизация, руб.	2125,6	2125,6	2228,2	2228,2	2302,6	2302,6
Головые эксплуатационные затраты без учета амортизации	10132,1	21814,3	11771,8	24430,0	12506,0	25330,5
Головой доход, млн. руб.	64067,1	-	68177,2	-	67983,8	-
То же с амортизационными отчислениями, млн. руб.	66192,7	-	70405,4	-	70286,4	-
Головая прибыль, млн. руб.	-	52384,9	-	55519,0	-	55160,2
Налоги на прибыль, млн. руб.	-	20824,5	-	22159,4	-	22118,7
Чистая прибыль, млн. руб.	-	31560,4	-	33359,6	-	33344,1
То же с амортизационными отчислениями, млн. руб.	-	33886,0	-	35587,8	-	35317,1
Капложения в промышленное строительство, млн. руб.	87965,4	87965,4	95442,3	95442,3	99205,7	99205,7
Срок окупаемости капиталовложений, млн. руб.	2,05	4,8	2,1	5,0	2,2	5,35
Среднегодовые капиталовложения, млн. руб.	21991,4	21991,4	23860,6	23860,6	24801,4	24801,4
Чистый дисконтированный доход, млн. руб.	174105	-	183845	-	180733	-
Чистая дисконтированная прибыль, млн. руб.	-	57743	-	59212	-	55665
Индекс доходности, ед.	3,77	-	3,7	-	3,55	-
Индекс прибыльности, ед.	-	1,92	-	1,87	-	1,79
Внутренняя норма доходности, %	41,5	-	41,0	-	39,9	-

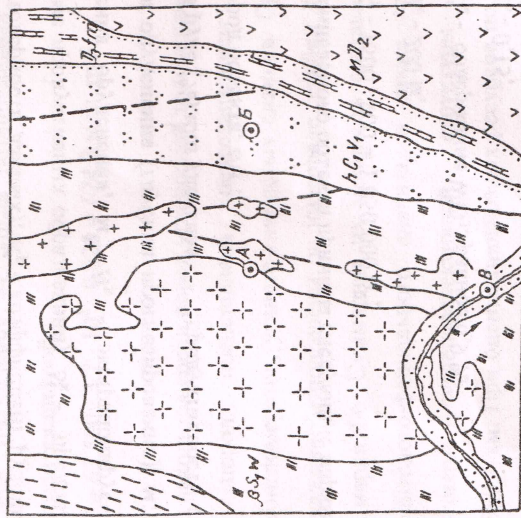
1	2	3	4	5	6	7
Внутренняя норма прибыльности, %	-	26,0	-	25,5	-	24,6
Рентабельность к производственным фондам, %	70,8	33,8	69,3	32,9	66,4	31,3
Рентабельность к эксплуатациям, %	623	132	487	125	459	120

4. ПРИМЕРЫ УКРУПНЕННЫХ РАСЧЕТОВ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

4.1. Оценка валовой товарной стоимости минерального сырья

На одной из площадей в пределах складчатого пояса (рис.7) при проведении геологосъемочных работ выявлены проявления вольфрамовых руд (пункт А), каменного угля (пункт В), россыпного золота (пункт В). Приведем их характеристику и дадим потенциальную оценку стоимости минерального сырья.

Пункт А располагается в зоне эндо- и экзоконтакта гранитного массива. На этом участке выявлено поле развития кварцевых жил. Протяженность кварцевожильного поля составила порядка 1,5 км при ширине 700 м. Кварцевые жилы и прожилки, мощностью от 0,1-0,15 до 1,0-1,5 м, окаймлены оторочкой грейзенов. Местами жильные тела образуют штокерки. При вскрытии минерализованных пород канавами в кварцевожильных обособлениях установлено присутствие таких минералов, как пюбнерит, флюорит, галенит, пирит. По данным опробования, содержание WO_3 изменяется от 0,2 до 2,0 %, в среднем составляя 0,9 %. Все отмеченное позволяет сопоставить выявленное рудопроявление с жильным типом кварц-вольфрамит-грейзеновой формации.



М 1:100000

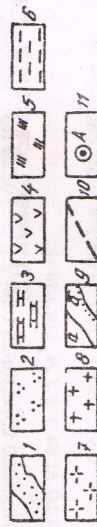


Рис.7. Схематическая геологическая карта оцениваемого района.
1 - аллювиальные отложения (Q_{1-4}); 2 - породы угленосной толщи: углисто-глинистые сланцы, песчаники с известняками (δC_{1-IV}); 3 - терригенно-карбонатная толща: переслаивание песчаников с известняками ($D_{3(III)}$); 4 - вулканические породы: порфириты андезитовые, андезитовые базальтовые (μD_2); 5 - зеленые сланцы, порфиритоиды (βS_{1-IV}); 6 - сланцы филлитовые, хремистые (S_{1-IV}); 7 - гранитоиды: тоналиты, гранодиориты ($\gamma PZ_{2,3}$); 8 - малые интрузии гранитоидов (γPZ_3); 9 - геологические границы (а); стратиграфические несогласия (б); 10 - тектонические нарушения; 11 - выявленные пункты рудопроявлений

На площади 1,5x0,7 км оценены прогнозные ресурсы по категории P_2 . Они выполнены с использованием формулы

$$Q_x = K_n \cdot K_p \cdot S_x \cdot H_x \cdot C_m \cdot D,$$

где Q_x - прогнозные ресурсы компонента или руды, т; K_n - коэффициент надежности прогноза; его значение принимается на основе экспертной оценки ($K_n=0,3-0,5$ при низкой, 0,5-0,8 - при высокой, 0,8-1,0 - при очень

высокой достоверности данных); K_p - коэффициент рудоносности (или доля руды в объеме продуктивных образований), S_x - предполагаемая площадь распространения оруденения, m^2 ; H_x - экстраполируемая глубина распространения оруденения (глубина прогнозирования), m ; S_m - содержание компонента в руде (%) или удельная продуктивность (t/t); D - средняя плотность пород объекта, t/m^3 .

Для оцениваемого объекта приняты следующие параметры:

$$S_x = 1500 \cdot 700 = 1\,050\,000 \text{ м}^2;$$

$$H_x = 200 \text{ м};$$

$$S_m - \text{содержание } WO_3, \text{ равное } 0,9\%;$$

$$K_p = 0,15;$$

$$D = 2,6 \text{ т/м}^3;$$

$$K_n - \text{принимаем равным } 0,5.$$

$$Q_x = 0,5 \cdot 0,15 \cdot 1\,050\,000 \cdot 200 \cdot 0,9 \cdot 0,01 \cdot 2,6 = 368\,500 \text{ т} \approx 3,7 \cdot 10^5 \text{ т}.$$

Таким образом, потенциальные прогнозные ресурсы вольфрамового сырья соответствуют промышленным объектам крупного масштаба.

Для выявления товарной денежной стоимости объекта воспользуемся формулой (2.10). При этом совокупный коэффициент приведения ($K_{сов}$) стоимости конечного продукта к стоимости оцененных прогнозных ресурсов для объектов I группы составит (см. таблицу 3):

$$K_{сов} = K_1 \cdot K_2 = 0,35 \cdot 0,07 = 0,025.$$

Определяем стоимость I т вольфрамового концентрата равной (в среднем) 2250 \$ США, или 67 500 руб. по принятому курсу - 1\$

эквивалентен 30 руб. (см. таблицу 4). Тогда потенциальная стоимостная оценка объекта выразится цифрой

$$C = 67\,500 \cdot 3,7 \cdot 10^5 \cdot 0,025 = 624,3 \text{ млн руб.}$$

Пункт Б находится среди пород угленосной толщи раннего карбона (hC_{1v}). Толща пород представлена переслаиванием песчаников полимиктовых, конгломератов, углисто-глинистых сланцев. Среди сланцев картировочной скважиной подсечены в интервале глубин 60-90 м три угольных пласта марки Гб. Суммарная их мощность составила 10 м. На основе данных литолого-фациального анализа, а также геофизических материалов, размеры углеперспективной структуры составляют ориентировочно $5 \times 0,7$ км. При оценке прогнозных ресурсов по категории P_2 принят высокий коэффициент надежности (0,7), коэффициент угленосности в пределах перспективного горизонта равен 0,6. Тогда прогнозные ресурсы при плотности каменного угля $1,4 \text{ т/м}^3$ составят:

$$Q_x = 0,7 \cdot 0,6 \cdot 5\,000 \cdot 700 \cdot 10 \cdot 1,4 = 20\,580 \text{ тыс. т}.$$

Потенциальный объект оценивается как объект мелкого масштаба. Однако с учетом высокой потребности региона в энергетическом сырье его промышленная значимость не вызывает сомнений.

Совокупный коэффициент приведения ($K_{сов}$) для объектов III группы принимаем равным 0,01 (см. таблицу 3). Тогда при условной стоимости I т остродефицитной марки каменного угля в 30 \$ (или 900 руб.) товарная денежная стоимость объекта (С) составит

$$C = 900 \cdot 20,6 \cdot 10^6 \cdot 0,01 = 185,4 \text{ млн руб.}$$

Пункт В располагается в южной части оцениваемой площади (см. рис. 7). Здесь при шлиховом опробовании песчано-галечных с глиной отложений из русла реки встречены повышенные концентрации россыпного

золота на отрезке долины в 2 км. Скважина, пробуренная в пойменной части долины, установила присутствие металла в количестве, отвечающем требованию кондиций (200 мг/м³). Подсчитаны прогнозные ресурсы россыпного золота по категории P₂. При этом взяты параметры: площадь будущего полигона 2000х150 м; мощность отложений 5 м; коэффициент надежности 0,7; коэффициент рудоносности (присутствие обогащенных гнезд) 0,5.

$$Q_x = 0,7 \cdot 0,5 \cdot 2000 \cdot 150 \cdot 5 \cdot 0,2 = 105 \text{ кг золота.}$$

Несмотря на мелкие масштабы, этот объект для региона (где широко ведется золотодобыча из россыпей) представляет безусловно промышленный интерес.

Товарная денежная оценка потенциального месторождения составит при стоимости 1 г золота 10 \$ (300 руб/г) и коэффициенте приведения 0,01 (для объекта III группы):

$$C = 300 \cdot 105 \cdot 0,01 = 0,315 \text{ млн руб.}$$

Сводные данные по валовой товарной стоимости минерального сырья в пределах оцененной площади приведены в таблице 26.

Таблица 26

Товарная денежная стоимость минерального сырья по оцениваемой площади

Выявленные рудопроявления	Прогнозные ресурсы (кат. P ₂), т (кг)	Совокупный коэффициент приведения (K _{ср})	Принятая цена минерального сырья	Товарная стоимость минерального сырья, млн руб
Вольфрамовое сырье	3,7 · 10 ⁵	0,07	67 500 руб/т	624,37
Уголь каменный	20,5 · 10 ⁶	0,01	900 руб/т	185,40
Золото россыпное	105 кг	0,01	300 руб/г	0,315
Итого				810,1

Очевидно, что приведенная денежная оценка товарной стоимости сырья по изученной площади может быть взята за основу при разработке

плана лицензирования недропользования, при обосновании направлений поисковых и разведочных работ на перспективу.

4.2. Геолого-экономическая оценка месторождения молибдена штокверкового типа

В результате проведения поисковых и оценочных работ выявлено и околонуено штокверковое месторождение молибдена, приуроченное к изометричному штоку грейзенизированных гранит-порфиров. По сложности геологического строения оно отнесено ко II группе (Инструкция ГКЗ, 1982). Вначале на участке были пройдены два пересекающихся профиля. На стадии оценочных работ пробурены скважины по квадратной сети: 100х100 м - для кат. C₁ и 200х200 м - для кат. C₂. По керну скважины выполнено непрерывное опробование с интервалом 2 м. Пробы проанализированы на содержание молибдена.

На месторождении установлено только одно рудное тело. Изучены его форма, геологическая позиция, изменчивость параметров. Ближ-поверхностное залегание позволяет обрабатывать объект открытым способом.

При анализе данных установлены ведущие параметры для трех вариантов оконтуривания запасов (таблица 27). Увеличение значений коэффициента вскрыши в вариантах II и III связано с возможным появлением в разрезе перекрывающих покровных образований различной мощности.

Месторождение находится в экономически освоенном районе (Ю. Урал). Обогастительную фабрику намечено построить в 9 км от месторождения на берегу водоема. Протяженность линии электропередачи (ЛЭП), мощностью 110 кВт, составит около 35 км.

Показатели и параметры для оконтуривания запасов на штокверковом месторождении молибдена

Показатели и параметры	Номера вариантов		
	I	II	III
Боротвое содержание металла (C_0), %	0,03	0,05	0,06
Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд ($m_{\text{п.к}}$), м	4	2	2
Коэффициент вскрыши (K_0), т/т	0,78	1,73	4,65
Среднее содержание в разведанных запасах молибдена (M), %	0,105	0,108	0,109
Запасы в недрах руды (З), молибдена (З _{мо}), тыс. т	50200	47300	45600
Объем вскрышных пород, тыс. куб. м	52,71	51,08	49,70
	14071	29187	75819

1. Горно-техническая часть

На основе анализа горно-технических, физико-механических и инженерно-геологических условий выбрана система открытой разработки месторождения, при которой уровень потерь (п) для всех вариантов оконтуривания составляет 15 %, разубоживание (р) – 10 %. В этом случае эксплуатационные запасы рассчитаем, воспользовавшись формулой (3.2):

$$\text{I вариант: } Z_3 = 50200 \cdot (1-0,15) \cdot (1-0,1) = 47411 \text{ тыс. т;}$$

$$\text{II вариант: } Z_3 = 47300 \cdot (1-0,15) \cdot (1-0,1) = 44672 \text{ тыс. т;}$$

$$\text{III вариант: } Z_3 = 45600 \cdot (1-0,15) \cdot (1-0,1) = 43066 \text{ тыс. т.}$$

Содержание металла в добытой руде (M_д) определяем, умножив значение среднего содержания на коэффициент изменения качества (формула 3.3):

$$\text{I вариант: } M_d = 0,105 \cdot 0,9 = 0,094 \%;$$

$$\text{II вариант: } M_d = 0,108 \cdot 0,9 = 0,097 \%;$$

III вариант: $M_d = 0,109 \cdot 0,9 = 0,098 \%$.

Для выполнения дальнейших технико-экономических расчетов варианты I и III принимаем в качестве базовых, а вариант II считается промежуточным.

Производительность горнодобывающего предприятия я. Как уже отмечалось ранее, это важнейший оценочный показатель, от значения которого зависит себестоимость добычи, будущие капитальные вложения в строительство предприятия. Порядок расчета годовой производительности следующий.

Вначале рассчитывается максимально возможная годовая производительность в зависимости от запасов руды в недрах и времени существования горного предприятия в годах. Затем она должна быть подтверждена или приведена в соответствие с рекомендациями института «Гипроруда», обобщившими опыт работы многих горнодобывающих объектов (см. таблицу 7).

Максимально возможную производительность по руде (A_p) можно найти из выражения:

$$A = \frac{Z_p \cdot K_u}{T \cdot (1-p)} \quad (4.1) \quad A = \frac{Z_p \cdot K_u}{T} \quad (4.2)$$

где Z_p – запасы руды в недрах; K_u – коэффициент извлечения сырья ($K_u = 1-p$); A_p – коэффициент разубоживания сырья при добыче ($K_p = 1-p$); T_0 – время существования горного предприятия, год.

Следует особо подчеркнуть, что срок существования рудника может рассчитываться лишь приблизительно. При этом есть возможность воспользоваться формулой, предложенной Тейлором,

$$T = 6,5 \sqrt[3]{Z_3} \quad (4.2)$$

Данные, отражающие зависимость между величиной запасов и продолжительностью работы рудника, также отражены в таблице 5.

Выполним расчеты для I варианта (базового):

Ориентировочный срок существования рудника составляет:

$$T = 6,5\sqrt[3]{3z} = 6,5\sqrt[3]{47,4} = 6,5 \cdot 2,62 = 17,03 \text{ лет.}$$

Тогда производительность по руде (A_p) составит:

$$A_p = \frac{502 \cdot 0,85}{17 \cdot 0,9} = 2,7 \text{ млн. т.}$$

В соответствии с рекомендациями (см. таблицу 7) приводим значение A_p , равное 2000 тыс. т в год. При этом производительность рудника по горной массе составит:

$$A_{ГМ} = A_p (1 + K_B) = 2000 \cdot (1 + 0,78) = 3560 \text{ тыс. т.}$$

Для III варианта (также базового) производительность принимаем равной 1650 тыс. т. Срок существования рудника:

$$T = 6,5\sqrt[3]{3z} = 6,5\sqrt[3]{43,0} = 6,5 \cdot 2,58 = 16,64 \text{ лет (округляем до 17 лет).}$$

Производительность по горной массе составит:

$$A_{ГМ} = 1650 \cdot (1 + 4,65) = 9322 \text{ тыс. т.}$$

Для II варианта (промежуточного) производительность по руде рассчитываем, решая систему уравнений, опирающуюся на значения базовых вариантов (формула 3.11):

$$\begin{cases} 2000 = a + b\sqrt{47411} \\ 1650 = a + b\sqrt{43066} \\ 2000 = a + 217,7b \\ 1650 = a + 207,5b \end{cases}$$

$$a = 2000 - 217,7b$$

$$1650 = (2000 - 217,7b) + 207,5b$$

$$1650 = 2000 - 10,2b$$

$$10,2b = 350$$

$$b = 34,3$$

$$2000 = a + 34,3 \cdot 217,7$$

$$a = 2000 - 7467,11$$

$$a = -5467,11$$

$$A_p = -5467,11 + 34,3\sqrt{44672} = 1782,5 \text{ тыс. т, округляем } A_p = 2000 \text{ тыс. т.};$$

$$A_{ГМ} = 2000 \cdot (1 + 1,73) = 5460 \text{ тыс. т.}$$

2. Технологическая часть

На основе изучения вещественного состава руд, технологических испытаний, а также по аналогии с имеющимся опытом по обогащению подобных руд на действующих предприятиях, выбрана технологическая схема обогащения, характеризующаяся следующими показателями: извлечение молибдена в концентрате (I_0) – 0,81, содержание молибдена в концентрате – 51%. Эти показатели принимаются одинаковыми для всех трех рассматриваемых вариантов.

В этом случае выход концентрата (B_k) в дол.ед. для первого варианта составит (формула 3.13):

$$B_k = \frac{0,81 \cdot 0,094}{51} = 0,0015.$$

Тогда расход руды в тоннах на получение 1 т молибденового концентрата составит (формула 3.14):

$$g = \frac{1}{B_k} = \frac{1}{0,0015} = 666,6 \text{ т.}$$

Годовой выпуск товарной продукции металла в концентрате (Q_k) рассчитаем по формуле

$$Q_k = A_p \cdot M_d \cdot I_o \cdot 0,01. \quad (4.3)$$

I вариант: $Q_{kI} = 2000 \cdot 0,094 \cdot 0,81 \cdot 0,01 = 1,5228 \text{ тыс. т.}$

II вариант: $Q_{kII} = 2000 \cdot 0,097 \cdot 0,81 \cdot 0,01 = 1,5714 \text{ тыс. т.}$

III вариант: $Q_{kIII} = 1650 \cdot 0,098 \cdot 0,81 \cdot 0,01 = 1,3097 \text{ тыс. т.}$

Переработку руды намечено выполнять на вновь построенной обогатительной фабрике. Её производительность принимается равной годовой производительности по добыче руды.

3. Экономическая часть

А. Обоснование инвестиций в освоение месторождения

Капитальные вложения в строительство рудника определяем в соответствии с выбранным способом разработки (открытым) и исходя из намечаемой годовой производительности карьера. Для выполнения расчетов необходимо знать значения удельных капитальных вложений (см. таблицу 8).

В нашем случае капитальные вложения (K_p) составят:

I вариант: $K_p = 1,7 \cdot 2000 \cdot 1,05 \cdot 20 = 71400 \text{ тыс. руб.}$ (при мощности вскрыши 0–10 м);

II вариант: $K_p = 4,3 \cdot 2000 \cdot 1,05 \cdot 20 = 180600 \text{ тыс. руб.}$ (при мощности вскрыши 50 м);

III вариант: $K_p = 8,0 \cdot 1650 \cdot 1,05 \cdot 20 = 277200 \text{ тыс. руб.}$ (при мощности вскрыши 150 м).

Капитальные вложения в строительство обогатительной фабрики определяем исходя из её производительности A_{ϕ} (равной производительности рудника по добыче руды), а также с учетом поправочного коэффициента (см. таблицу 16) и изменения масштаба цен. Способ обогащения флотационный:

I вариант: $K_{\phi} = 11 \cdot 2000 \cdot 1,05 \cdot 20 = 462000 \text{ тыс. руб.}$;

II вариант: $K_{\phi} = 11 \cdot 2000 \cdot 1,05 \cdot 20 = 462000 \text{ тыс. руб.}$;

III вариант: $K_{\phi} = 11,5 \cdot 1650 \cdot 1,05 \cdot 20 = 398475 \text{ тыс. руб.}$

Капитальные затраты на строительство автомобильной дороги (K_r) от рудника до обогатительной фабрики определяем, руководствуясь данными таблицы 17. Протяженность дороги 9 км, тип дороги III (усовершенствованный капитальный при ширине дорожного покрытия 7,0 м), категория рельефа местности – I.

$$K_r = 170 \cdot 9 \cdot 1,05 \cdot 20 = 32130 \text{ тыс. руб.}$$

Капитальные затраты на энергообеспечение включают в себя затраты на строительство ЛЭП (протяженностью 35 км) и сооружение понизительной подстанции (мощностью 100 кВт). Для расчетов воспользуемся таблицей 18. Вид опор – стальные двухшпильные.

$$K_{\text{ЛЭП}} = 20 \cdot 35 \cdot 1,05 \cdot 20 = 14700 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость понизительной подстанции: $250 \cdot 20 = 5000$ тыс.руб.

Тогда общие затраты по энергообеспечению составят:

$$K_{\text{эп}}^{\text{общ}} = 14700 + 5000 = 19700 \text{ тыс.руб.}$$

Капитальные вложения на предстоящие геологоразведочные работы в нашем случае удобнее рассчитать исходя из ставок отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы (см. таблицу 19).

Однако теперь они отменены. Вместо них введен налог на добычу полезного ископаемого. Для месторождений цветных металлов ставка налога составляет 8,0 % (Налоговый кодекс РФ, ч. II, глава 26, 2002). Налог рассчитываем от стоимости товарной продукции (см. ниже при обосновании ЧДД):

$$\text{I вариант: } K_{\text{гпр}} = 8,0 \cdot 424861,2 \cdot 0,01 = 33988,9 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{II вариант: } K_{\text{гпр}} = 8,0 \cdot 438420,6 \cdot 0,01 = 35073,6 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{III вариант: } K_{\text{гпр}} = 8,0 \cdot 365406,3 \cdot 0,01 = 29232,5 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие капитальные вложения принимаем в объеме 15 % от стоимости добычи и обогащения. Они включаются в себя плату за воду, землю, организационные расходы и т.д. Получаем:

$$\text{I вариант: } K_{\text{проч}} = (71400 + 462000) \cdot 0,15 = 80010 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{II вариант: } K_{\text{проч}} = (180600 + 462000) \cdot 0,15 = 96390 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{III вариант: } K_{\text{проч}} = (277200 + 398475) \cdot 0,15 = 101351 \text{ тыс.руб.}$$

Общие капитальные затраты ($K_{\text{общ}}$) слагаются из суммы всех перечисленных затрат и составят:

$$\text{I вариант: } K_{\text{общ}} = 71400 + 462000 + 32130 + 19700 + 33988,9 + 80010 = 699229 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{II вариант: } K_{\text{общ}} = 180600 + 462000 + 32130 + 19700 + 35073,6 + 96390 = 825894 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{III вариант: } K_{\text{общ}} = 277200 + 398475 + 32130 + 19700 + 29232,5 + 101351 = 858088,5 \text{ тыс.руб.}$$

Б. Обоснование эксплуатационных затрат

Они определяют себестоимость продукции горнодобывающего предприятия и включают в себя затраты: цеховые - $Z_{\text{цех}}$ (на добычу, обогащение, вскрышу), на транспортировку - $Z_{\text{тр}}$, общекорпоративные затраты - $Z_{\text{общ.к}}$ (принимаем в размере 10% от цеховых+трансп.), внепроизводственные расходы - $Z_{\text{в.пр}}$ (5 % от цех.+трансп.). Их значения (на 1 т руды) определяем на основе укрупненных показателей, воспользовавшись данными таблиц 20-21. Годовые амортизационные отчисления - $A_{\text{год}}$ равны 15 %.

$$Z_{\text{общ.к}} = Z_{\text{цех}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{общ.к}} + Z_{\text{в.пр}}$$

$$\text{I вариант: } Z_{\text{цех}} = 1,4 \cdot 1,05 \cdot 20 + 3,4 \cdot 1,05 \cdot 20 + 0,8 \cdot 1,05 \cdot 20 = 117,6 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{тр}} = 0,064 \text{Д} + 0,24 = (0,064 \cdot 9 + 0,24) \cdot 20 = 16,32 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{цех}} + Z_{\text{тр}} = 117,6 + 16,32 = 133,92 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{общ.к}} = 13,39 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{в.пр}} = 6,7 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{общ.к}} = 133,92 + 13,39 + 6,7 = 154,01 \text{ руб./т}$$

$$Z_{\text{год}} = 154,01 \cdot 2000 = 308020 \text{ тыс.руб.}$$

$$A_{\text{год}} = 3_{\text{год}} \cdot 15 \% = 308020 \cdot 0,15 = 46203 \text{ тыс.руб.}$$

$$\text{II вариант: } Z_{\text{цех}} = 1,4 \cdot 1,05 \cdot 20 + 3,4 \cdot 1,05 \cdot 20 + 0,66 \cdot 1,05 \cdot 20 = 114,6 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{тр}} = (0,064 \cdot 9 + 0,24) \cdot 20 = 16,32 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{цех}} + Z_{\text{тр}} = 114,6 + 16,32 = 130,92 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{общ.к}} = 13,10 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{в.пр}} = 6,5 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{общ.к}} = 130,92 + 13,10 + 6,5 = 150,52 \text{ руб./т}$$

$$Z_{\text{год}} = 150,52 \cdot 2000 = 301040 \text{ тыс.руб.}$$

$$A_{\text{год}} = 301040 \cdot 0,15 = 45156 \text{ тыс.руб.}$$

$$\text{III вариант: } Z_{\text{цех}} = 1,5 \cdot 1,05 \cdot 20 + 3,5 \cdot 1,05 \cdot 20 + 0,61 \cdot 1,05 \cdot 20 = 117,8 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{тр}} = (0,064 \cdot 9 + 0,24) \cdot 20 = 16,32 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{цех}} + Z_{\text{тр}} = 117,8 + 16,32 = 134,12 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{общ.к}} = 13,41 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{в.пр}} = 6,7 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{общ.г}} = 134,12 + 13,41 + 6,7 = 154,23 \text{ руб/г}$$

$$Z_{\text{год}} = 154,23 \cdot 1650 = 254480 \text{ тыс. руб.}$$

$$A_{\text{год}} = 254480 \cdot 0,15 = 38172 \text{ тыс. руб.}$$

В. Показатели эффективности освоения месторождения

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) – его расчет производится по формулам (3.20) и (3.21). При этом остановимся на рассмотрении ряда понятий:

$$\Gamma_{\text{в}} = \text{Ц}_{\text{г}} \cdot Q_{\text{к}},$$

где $\Gamma_{\text{в}}$ – годовая выручка; $\text{Ц}_{\text{г}}$ – цена полезного ископаемого (в нашем случае – молибдена в концентрате); принимаем мировую цену, воспользовавшись данными таблицы 3; определяем ее равной 9 \$/кг, или 279000 руб./т; $Q_{\text{к}}$ – годовой выпуск товарной продукции, т (расчитан ранее).

$$\text{I вариант: } \Gamma_{\text{в}} = 279000 \cdot 1522,8 = 424861,2 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{II вариант: } \Gamma_{\text{в}} = 279000 \cdot 1571,4 = 438420,6 \text{ тыс. руб.};$$

$$\text{III вариант: } \Gamma_{\text{в}} = 279000 \cdot 1309,7 = 365406,3 \text{ тыс.руб.}$$

Годовой доход ($D_{\text{г}}^1$) следует рассматривать как разницу между годовой выручкой и затратами на производство за год с учетом амортизационных отчислений:

$$D_{\text{г}}^1 = \Gamma_{\text{в}} - Z_{\text{г}} + A_{\text{год}},$$

$$\text{I вариант: } D_{\text{г}}^1 = 424861,2 - 308020 + 46203 = 163044,2 \text{ тыс.руб.};$$

$$\text{II вариант: } D_{\text{г}}^1 = 438420,6 - 301040 + 45156 = 182536,6 \text{ тыс. руб.};$$

$$\text{III вариант: } D_{\text{г}}^1 = 365406,3 - 254480 + 38172 = 149098,3 \text{ тыс.руб.}$$

В этом случае срок окупаемости капитальных вложений ($T_{\text{ок}}$) составит:

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{общ.г}} / D_{\text{г}}^1.$$

$$\text{I вариант: } T_{\text{ок}} = 699229 / 163044,2 = 4,3 \text{ года};$$

$$\text{II вариант: } T_{\text{ок}} = 825894 / 182536,6 = 4,5 \text{ года};$$

$$\text{III вариант: } T_{\text{ок}} = 858088,5 / 149098,3 = 5,7 \text{ года.}$$

Однако эти расчеты выполнены без учета дисконтирования. Для того, чтобы учесть фактор времени, следует определить ЧДД, используя формулу (3.21) и задавшись параметрами: $E_{\text{д}}$ – норма дисконтирования; $T_{\text{с}}$ – вероятное время эксплуатации месторождения; $T_{\text{с}}$ – время строительства предприятия.

Выполним расчет ЧДД, несколько преобразовав формулу (3.21).

$$\text{ЧДД} = D_{\text{г}}^1 \cdot \frac{(1+E_{\text{д}})^{T_{\text{с}}} - 1}{(1+E_{\text{д}})^{T_{\text{с}}} \cdot E_{\text{д}} (1+E_{\text{д}})^{T_{\text{с}}} - 1} \cdot \frac{K_{\text{общ.г}} \cdot (1+E_{\text{д}})^{T_{\text{с}}} - 1}{3 \cdot (1+E_{\text{д}})^{T_{\text{с}}} \cdot E_{\text{д}}}$$

Расчет для I варианта:

$$\text{а) при } E_{\text{д}} = 15\%$$

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= 163044,2 \cdot \frac{(1+0,15)^{17} - 1}{(1+0,15)^{17} \cdot 0,15 \cdot (1+0,15)^3 - 1} \cdot \frac{699229 \cdot (1+0,15)^3 - 1}{3 \cdot (1+0,15)^3 \cdot 0,15} = \\ &= 647285,47 - 531413,28 = 115872,19 \text{ тыс.руб.} \end{aligned}$$

В этом случае уже с учетом дисконтирования срок окупаемости капитальных вложений составит:

$$163044,2 \cdot \frac{(1+0,15)^x - 1}{(1+0,15)^x \cdot 0,15 \cdot (1+0,15)^3} = 531413,28.$$

Решая уравнение (методом подбора значений x), получаем, что срок окупаемости капитальных вложений ($T_{\text{ок}}$) с учетом дисконтирования составит около 9,5 лет.

Индекс доходности ($I_{\text{д}}$) определяем, используя формулу (3.23) и уже выполненные расчеты:

$$I_{\text{д}} = 647285,47 / 531413,28 = 1,21.$$

Внутренняя норма доходности (ВНД) определяется на основе расчета ЧДД для разных значений нормы дисконтирования ($E_{\text{д}}$):

$$\text{б) при } E_{\text{д}} = 20\%$$

$$\text{ЧДД} = 163044,2 \cdot \frac{(1+0,20)^{17} - 1}{(1+0,20)^{17} \cdot 0,20 \cdot (1+0,20)^3} - \frac{699229}{3} \cdot \frac{(1+0,20)^3 - 1}{(1+0,20)^3 \cdot 0,20} = -41788 \text{ тыс. руб.},$$

т.е. в данном случае освоение месторождения не принесет дохода.

Строим график и определяем внутреннюю норму доходности проекта (см. рис 6). Норма доходности составляет примерно 19 %. Из этого следует, что кредиты в банке можно брать не выше 19 % годовых.

Рентабельность предприятия вычисляется по формулам: по отношению к основным производственным фондам (R_{ϕ})

$$R_{\phi} = \frac{ДГ}{K_{общ}} \cdot 100\% = \frac{163044,2}{699229} \cdot 100\% = 23,3\%$$

по отношению к годовым эксплуатационным затратам (R_3)

$$R_3 = \frac{ДГ}{З_{гол}} \cdot 100\% = \frac{163044,2}{308020} \cdot 100\% = 52,9\%$$

Расчет для II варианта:

а) при $E_d = 0,15$

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= 182536,6 \cdot \frac{(1+0,15)^{17} - 1}{(1+0,15)^{17} \cdot 0,15 \cdot (1+0,15)^3} - \frac{825894}{3} \cdot \frac{(1+0,15)^3 - 1}{(1+0,15)^3 \cdot 0,15} = \\ &= 724670,3 - 627679,4 = 96990,9 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

б) при $E_d = 0,20$

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= 182536,6 \cdot \frac{(1+0,20)^{17} - 1}{(1+0,20)^{17} \cdot 0,20 \cdot (1+0,20)^3} - \frac{825894}{3} \cdot \frac{(1+0,20)^3 - 1}{(1+0,20)^3 \cdot 0,20} = \\ &= 503801 - 580878 = -77077 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

Таким образом, при норме дисконтирования 0,20 освоение месторождения окажется неэффективным.

С учетом дисконтирования срок окупаемости капитальных вложений можно определить, решая уравнение

$$182536,6 \cdot \frac{(1+0,15)^x - 1}{(1+0,15)^x \cdot 0,15 \cdot (1+0,15)^3} = 627679,4.$$

Решая уравнение (методом подбора значений x), получаем, что срок окупаемости капитальных вложений ($T_{ок}$) с учетом дисконтирования составит около 10 лет.

Индекс доходности ($I_{д}$) определяем, используя уже выполненные расчеты:

$$I_{д} = 724670,3 : 627679,4 = 1,15.$$

Внутренняя норма доходности (ВНД) определяется по графику на основе расчета ЧДД для разных показателей E_d . Она составит примерно 18-19 %.

Рентабельность предприятия по отношению к основным производственным фондам (R_{ϕ}):

$$R_{\phi} = \frac{ДГ}{K_{общ}} \cdot 100\% = \frac{182536,9}{825894} \cdot 100\% = 22\%;$$

по отношению к годовым эксплуатационным затратам (R_3):

$$R_3 = \frac{ДГ}{З_{гол}} \cdot 100\% = \frac{182536,9}{301040} \cdot 100\% = 60,6\%.$$

Расчет для III варианта:

при $E_d = 0,15$

$$\text{ЧДД} = 149098,3 \cdot \frac{(1+0,15)^{17} - 1}{(1+0,15)^{17} \cdot 0,15 \cdot (1+0,15)^3} - \frac{858088,5}{3} \cdot \frac{(1+0,15)^3 - 1}{(1+0,15)^3 \cdot 0,15} = -60227 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, даже при норме дисконтирования в 0,15 освоение месторождения для третьего варианта округливания месторождения окажется неэффективным.

Результаты расчетов по вариантам сведем в таблицу 28. Как видно из таблицы 28, наиболее предпочтительным является I вариант отработки месторождения, несмотря на то, что во II варианте выше годовая стоимость

1	2	3	4
Годовой выпуск товарной продукции, т	1522,8	1571,4	1309,7
Общая величина капитальных вложений, тыс.т	699229	825894	858088,5
Годовые эксплуатационные затраты без амортизационных отчислений, тыс. руб.	308020	301040	254480
Цена 1 т товарной продукции (металла), тыс. руб.	279000	279000	279000
Годовая стоимость продукции, тыс. руб.	424861,2	438420,6	365406,3
Годовой доход, тыс.руб.	163044,2	182536,6	149098,3
Срок окупаемости капитальных без учета фактора времени, лет	4,3	4,5	5,7
Чистый дисконтированный доход (при $E_d=0,15$), тыс. руб.	115872,19	96990,9	-60227
Индекс доходности (при $E_d=0,15$), руб./руб.	1,21	1,15	-
Срок окупаемости капитальных с учетом фактора времени (при $E_d=0,15$), лет	9,5	10	-
Внутренняя норма доходности проекта, %	19	18-19	ниже 15
Рентабельность по отношению к основным производственным фондам, %	23,3	22	-
Рентабельность по отношению к годовым эксплуатационным затратам, %	52,9	60,6	-

продукции и годовой доход. Общая величина капитальных вложений во II варианте значительно выше, чем в I варианте. Чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности проекта и рентабельность по отношению к основным производственным фондам выше в I варианте. Срок окупаемости капитальных вложений с учетом фактора времени также ниже в I варианте. Освоение месторождения для III варианта является неэффективным даже при ставке дисконтирования 0,15, т.е. внутренняя норма доходности проекта значительно ниже 15 %.

Оценка месторождения выполнена в «базовом варианте», когда в состав затратных показателей не включаются установленные законодательством налоговые платежи, а также выплаты по кредитам. Расчеты с включением всех реальных налогов, сборов и платежей представляют собой «коммерческий вариант» оценки.

Таблица 28

Технико-экономические показатели геолого-экономической оценки месторождения молибдена штокерского типа

Показатели	Варианты		
	I	II	III
1	2	3	4
Бортовое содержание металла, %	0,03	0,05	0,06
Коэффициент вскрыши, т/т	0,78	1,73	4,65
Запасы в недрах, тыс.т:			
руды	50200	47300	45600
молибдена	52,71	51,08	49,7
Среднее содержание в разведанных запасах, %	0,105	0,108	0,109
молибдена	14071	29187	75819
Объем вскрышных пород, тыс. куб.м	47411	44672	43066
Эксплуатационные запасы Mo, тыс. т	15	15	15
Потери при добыче, %	10	10	10
Разубоживание, %	0,094	0,097	0,098
Содержание металла в добытой руде, %	2000	2000	1650
Годовая производительность по руде, тыс. т	17	17	17
Срок существования рудника, лет			

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых – важнейшая составная часть геологоразведочного процесса. Она производится на любой стадии геологоразведочных работ и разработки месторождения при условии, что имеющиеся данные о геологическом строении оцениваемого объекта позволяют произвести объективную оценку качества и количества запасов (прогнозных ресурсов), их технологических свойств, горно-технических, экологических и других условий их добычи [14].

Геолого-экономическая оценка месторождений осуществляется в соответствии с Законом Российской Федерации «О недрах», другими законодательными и правительственными документами по рациональному и комплексному использованию недр и окружающей среды, положениями

1. Алискеров В.А., Заверткин В.Л. Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. – М.: Минн – во природных ресурсов РФ, ЗАО «Геоинформмарк», 1998. – 235 с.
2. Боярко Г.Ю. Экономика минерального сырья. – Томск: Изд – во «Аудит – информ», 2000. – 365 с.
3. Боярко Г.Ю. Основы горного права России. – Томск: Изд – во «Аудит – информ», 2000. – 287 с.
4. Временное руководство по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу технико – экономических обоснований (ТЭО) кондиций на минеральное сырье. – М.: Минн – во природных ресурсов РФ, ГКЗ, 1997. – 38 с.
5. Заверткин В.Л., Харченко А.Г. Российские недра и оценка их стоимости (к вопросу о методике оценки) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 1996, – №2. – С.39 – 42.
6. Закон Российской Федерации «О недрах» (с изменениями и дополнениями). СРП – Недра, – М.: ВИЭМС, 2000. – 55с.
7. Каждан А.Б. Понски и разведка месторождений полезных ископаемых (производство геологоразведочных работ). – М.: Недра, 1985. – 288 с.
8. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. – М.: Минн – во природных ресурсов РФ, 1997. – 10 с.
9. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, т.1. Принципы и методы оценки / Богданов Ю.В., Денисов М.Н., Кривцов А.И. и др. – М.: ВИЭМС, 1986. – 77 с.
10. Методические указания к практическим занятиям по разделу «Геолого – экономическая оценка» курса «Понски и разведка

классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, требованиями к комплексному изучению месторождений, действующим законодательством в области экологии и охраны окружающей среды.

Обязательным элементом ТЭО является разработка кондиций, выполняемых в виде технико-экономического обоснования (ТЭО) промышленного значения месторождения. Разработанные кондиции должны обеспечить правильное определение промышленной ценности месторождения, подразделение запасов на балансовые и забалансовые по их экономическому значению.

Все технико-экономические расчеты выполняются исходя из существующих цен на товарную продукцию, реализуемую горнодобывающим предприятием. В условиях формирующихся в нашей стране рыночных отношений существенно расширился перечень технико-экономических показателей намечаемого к освоению месторождения. Они регламентируются Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов [12].

Предлагаемое учебное пособие предназначено для студентов специальности 080100 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», а также других специальностей направления 650100 «Прикладная геология». Оно может быть использовано при изучении дисциплин «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых», «Экономика минеральных ресурсов», а также при курсовом и дипломном проектировании. Помимо теоретических вопросов, касающихся методологии геолого-экономических расчетов, в учебном пособии рассмотрены и конкретные примеры. Они касаются оценки валовой товарной стоимости оцененных прогнозных ресурсов по конкретной площади, а также геолого-экономической оценки месторождения молибденовых руд по результатам оценочных работ.

месторождений полезных ископаемых», вып.4./ Бугаев И.И., Вершинин А.С. – Свердловск: Изд – во СГИ, 1989. – 44 с.

11. Методические рекомендации по геолого - экономической и денежной оценке месторождений полезных ископаемых в условиях рыночной экономики / Денисов М.Н., Кац А.Я., Регентов С.Н. – М.: ВИЭМС, 1993. – 62 с.

12. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция) / Мин – во экономики РФ, ГК по стр – ву, архит. и жил. политике. – М.: ОАО «НПО», Изд – во «Экономика», 2000. – 421 с.

13. Методика геолого - экономической переоценки запасов месторождений твердых полезных ископаемых (по укрупненным показателям). – М.: ВИЭМС, 1995. – 29 с.

14. Методические указания по геолого – экономической оценке промышленного значения месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). – М.: ВИЭМС, 1996. – 18 с.

15. Методические указания по оценке, апробации и учету прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых РФ (по состоянию на 01.01.1998) – М.: Мин – во природных ресурсов РФ, 1997. – 16 с.

16. Неженский И. А., Павлова И.Г. Методические основы оценки стоимости российских недр // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 1995. - №4 – С.13 – 18.

17. Оценочно – браковочные кондиции на руды цветных и редких металлов. – М.: ВИЭМС, 1977.

18. Понски и разведка месторождений полезных ископаемых / Погребницкий Е.О., Парадеев С.В., Порохов Г.С. и др. – Второе изд. – М.: Недра, 1977. – 405 с.

19. Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). – М.: ВИЭМС, 1999. – 28 с.

20. Сборник технико – экономических показателей горных предприятий Урала за 1990 – 1997г.г. РАН. Уральское отделение. Институт горного дела. – Екатеринбург, 1998. – 87 с.

21. Технико – экономические показатели горнорудных предприятий с открытым и подземным способами разработки месторождений. – Свердловск: ИГД, 1985. – 31 с.

22. Хилл Дж. Х. Оценка проектов разработки месторождений для геологов. Курс 1. Основные экономические и финансовые показатели. Пер. с англ. – М.: МГУ, 1993.

Заявки на книгу направлять по адресу:
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральская государственная горно – геологическая академия
кафедра ГПР МПИ

Учебное издание

Александр Григорьевич Баранников
Светлана Васильевна Макарова

**Геолого - экономическая оценка месторождений
полезных ископаемых**

Учебное пособие

*Редактор Л.В. Устьянцева
Компьютерная верстка В.В. Бакаевой*

ЛР № 020256 от 20. 01.97 г.

Подписано в печать 20.12.01г. Печать офсетная. Бумага писчая.
Формат 60x84 1/16.
Печ. л. 6,0. Уч. – изд. 4,5. Тираж 200. Заказ 1513

Информационно – издательский центр
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральская государственная горно – геологическая академия
АООТ «Полиграфист», и. № 4
г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 20