

УДК 338.45 : 622
ББК 65.9.304.11
Ш 96

Шумилин М.В., Алискеров В.А., Денисов М.Н., Заверткин В.Л.

Ш 96 Бизнес в ресурсодобывающих отраслях: Справочник. – М.: ООО “Недра-Бизнесцентр”, 2001. – 268 с.: ил.
ISBN 5-8365-0080-0

Приведены сведения об особенностях технологии горнопромышленного производства, экономике горнодобывающих комплексов, факторах, влияющих на экономическую оценку месторождений, кондициях на минеральное сырье, методике оценки доходов и затрат при составлении горных проектов, налогообложении, правовых основах недропользования, финансировании горных проектов, показателях их эффективности, анализе рисков.

Для работников территориальных органов Минприроды РФ, аппаратов местных органов власти, сотрудников кредитных учреждений, менеджеров и инженеров, деятельность которых связана с недропользованием.

ISBN 5-8365-0080-0

© М.В. Шумилин, В.А. Алискеров, М.Н. Денисов,
В.Л. Заверткин, 2001
© Оформление. ООО “Недра-Бизнесцентр”, 2001

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Справочник подготовлен ведущими специалистами ВИЭМСа и ВИМСа по заказу Минприроды РФ.

Термин “бизнес” (от английского business - занятие) может считаться адекватным русскому “предпринимательство”. Работ, посвященных вопросам предпринимательской деятельности в горнодобывающей отрасли и экономической оценке эффективности инвестиций в горнопромышленное производство на русском языке опубликовано очень немного. Большинство из них написаны работниками высшей школы, связаны с курсами геолого-экономических дисциплин, читаемых авторами, и ориентированы прежде всего на студентов горно-геологических специальностей вузов. Тиражи этих изданий в основном невелики.

К предпринимательской деятельности в области горного производства обращаются сейчас лица с самой различной профессиональной подготовкой - как горно-инженерной, так и общепромышленной, или с практическим опытом менеджерской и предпринимательской деятельности. С необходимостью оценки инвестиционных проектов в горной отрасли начинают сталкиваться работники кредитных учреждений. Наконец, лицензионная деятельность в области недропользования, осуществляемая органами Минприроды РФ и местных администраций, требует от связанных с ней государственных служащих определенного уровня знаний в области технологий изучения и освоения недр, экономической оценки объектов лицензирования, экономики минерального сырья, правовых основ недропользования и т.п.

В настоящем Справочнике собрана информация по всем основным разделам процессов изучения и освоения недр, методике экономической оценки месторождений полезных ископаемых и эффективности горных проектов, оценке рисков, связанных с их осуществлением, горному праву и др. Информация иллюстрируется конкретными примерами расчетов.

Справочник рассчитан на пользователей с различным уровнем специальной и экономической подготовки и составлен с учетом

возможности выборочного обращения к отдельным интересующим разделам. Он предназначен прежде всего для использования в повседневной деятельности работниками территориальных геологических органов Минприроды РФ и другими государственными служащими, деятельность которых связана с вопросами недропользования, банковскими работниками, курирующими инвестиционные проекты в горной отрасли, менеджерами и инженерами, участвующими в составлении и реализации проектов недропользования.

Справочник не является нормативно-методическим документом и служит для общего ознакомления с вопросами экономики недропользования, экономической оценки объектов инвестирования и эффективности инвестиций в горнодобывающие отрасли в современных рыночных условиях.

1

ГЛАВА

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МИНЕРАЛЬНО-РЕСУРСНОЙ ОТРАСЛИ

Горный бизнес представляет собой предпринимательскую деятельность в области *горнопромышленного производства*. В процессе такого производства осуществляется получение *минерального сырья* [2, 14].

Минеральным сырьем называются товарные продукты, полученные в результате добычи из недр *полезных ископаемых*.

Полезными ископаемыми являются минералы или природные минеральные агрегаты, которые по химическому составу или благодаря особым физическим свойствам находят применение в современном производстве в своем природном виде или в качестве сырья для извлечения одного или нескольких ценных компонентов.

Добыча минерального сырья в качестве объекта бизнеса обладает важными привлекательными чертами. Во-первых, она характеризуется относительно высоким уровнем прибылей по сравнению с многими другими областями бизнеса. Во-вторых, минеральное сырье является продуктом достаточно устойчивого спроса, что определяет относительную стабильность его рынков. В-третьих, добыча минерального сырья, особенно таких стратегических его видов, как энергоносители, черные и цветные металлы, валютные ценности (золото, алмазы), имеет для стран-производителей большое политическое значение, и соответствующий бизнес пользуется вниманием и поддержкой правительств, что находит выражение в различных таможенных и налоговых льготах, участии государства в инвестиционных проектах и др.

Полезные ископаемые залегают в недрах в виде природных скоплений. Скопления полезных ископаемых, в количественном и качественном отношении отвечающие современным требованиям промышленности и пригодные для экономически эффективного получения минерального сырья, называют *месторождениями*. В английском языке этому термину соответствует deposit, что в

буквальном переводе означает *склад, кладовая, хранилище, банковский вклад, задаток, залог* и правильно отражает экономический смысл данного понятия.

Месторождение полезного ископаемого - это его *природный склад, хранилище и одновременно материальная и финансовая ценность*.

Именно месторождения полезных ископаемых являются объектами предпринимательской деятельности в горнопромышленном производстве, и в качестве таких объектов они обладают рядом специфических черт. Так, месторождения полезных ископаемых являются *недвижимостью*, но располагаются там, где создала их природа. Условия районов, где размещаются месторождения, *не всегда благоприятны* для создания промышленных предприятий.

Природные геологические процессы, приводящие к образованию месторождений, сложны и многообразны. Поэтому практически все месторождения характеризуются индивидуальными особенностями строения, качеством и распределением полезного ископаемого в недрах, определяющими необходимость индивидуальных инженерных и технологических решений при их промышленном освоении. Соответственно, технико-экономические показатели горных предприятий, созданных на базе разных месторождений, также, как правило, достаточно сильно различаются.

Каждое месторождение включает в себе *определенное и конечное количество полезного ископаемого* (характеризуется определенными его запасами). В процессе промышленного освоения запасы месторождения *постепенно срабатываются*, и в конечном счете оно *перестает существовать*. Время сработки запасов определяет и срок существования созданного на месторождении горного предприятия. Этот срок обычно относительно невелик и составляет от 5-10 лет на мелких до 30-60 лет на крупных объектах. Месторождения, отработка которых ведется более 60 лет, в мире единичны.

Месторождения полезных ископаемых скрыты в недрах. Их особенности и качественные характеристики, являющиеся исходными данными при проектировании горных предприятий, *могут быть определены только на основании специальных предшествующих геологических исследований и лишь приближенно*. Степень этого приближения зависит от детальности проведенных геологоразведочных работ и влияет на сходимость проектных и реально достигаемых технико-экономических показателей горных предприятий.

Совокупность полезных ископаемых, залегающих в недрах от-

дельных регионов, стран, континентов, дна морей и океанов и Земли в целом, доступных и пригодных для промышленного использования, называют минеральными ресурсами [2].

Подготовленную к освоению часть минеральных ресурсов (запасы) некоторой страны, области или субъекта недропользования называют минерально-сырьевой базой.

Минеральные ресурсы служат основой развития важнейших отраслей промышленного производства: энергетики, металлургии, химической промышленности, строительной индустрии. Эти ресурсы могут являться объектом международного сотрудничества, но могут и обуславливать возникновение конфликтов между странами. Добыча и экспорт минерального сырья и продуктов его переработки являются одной из главнейших статей дохода таких стран, как Австралия, Бразилия, Иран, Ливия, Канада, ОАЭ, ЮАР и др [1]. В России минерально-сырьевой экспорт обеспечивает более 60 % всех валютных поступлений.

В зависимости от области использования выделяют следующие *основные группы видов минерального сырья*.

1. Энергоносители (нефть, газ, уголь, горючие сланцы, торф, уран).
2. Руды металлов (черных, цветных, редких, благородных).
3. Химическое сырье (калийные, натриевые и магниевые соли, фосфаты, сера и др.).
4. Техническое сырье (графит, слюды, асбест, природные огнеупоры, флюсы, пигменты, компоненты для изготовления керамики, природные абразивы, сорбенты и др.).
5. Строительные материалы (камень, песок, цементное сырье и др.).
6. Драгоценные, поделочные и технические камни специального назначения (алмазы, самоцветы, пьезооптические минералы).

Следует отметить, что многие виды минерального сырья могут применяться в различных целях. Так, хромосодержащее минеральное сырье может использоваться для получения как хромовых сплавов (т.е. как руда), так и хромовых солей (как химическое сырье) или в природном виде в качестве огнеупора (как техническое сырье). Бокситы могут предназначаться для производства глинозема и последующей выплавки алюминия (как руда) или для производства абразива - синтетического корунда (как техническое сырье). Некоторые марки углей используются не в качестве топлива, а для получения жидкого горючего, газа, карбидов и других химических веществ. Имеется немало и других подобных примеров. В отнесении отдельных видов минерального сырья к той или иной группе существуют также некоторые сложившиеся традиции. Так, природные соединения Mg и Sr, хотя частич-

но и служат для получения этих металлов, но традиционно относятся к химическому (нерудному) сырью, в то время как минералы Li и Be считаются рудами этих металлов. Нередко в отношении фосфорного и калийного сырья используется термин “агронические руды”. В то же время термин “руды” никогда не применяется к россыпным месторождениям металлов. Таким образом, в целом приведенная выше классификация минерального сырья имеет несколько условный характер [14].

Подробные сведения об областях применения тех или иных видов минерального сырья и требованиях промышленности к сырью в зависимости от его назначения приводятся в специальной литературе*.

Минеральные ресурсы любого сырья в недрах отдельно взятой страны *конечны и невозполнимы*. Интенсивная эксплуатация приводит к их постепенному исчерпанию. Поэтому правительства всех стран так или иначе регулируют горнопредпринимательскую деятельность на своих территориях, обеспечивая охрану недр как общенационального достояния.

В принципе, некоторые виды минеральных ресурсов конечны и для мира в целом. По-видимому, в XXI в. человечеству придется решать проблему рационального использования минерально-ресурсного потенциала Земли в глобальном масштабе.

1.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Минеральное сырье может быть твердым (уголь, руды), жидким (нефть, подземные воды) или газообразным. Технологии добычи из недр твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых различны.

1.2.1. ДОБЫЧА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Извлечение из недр твердых полезных ископаемых осуществляется тремя основными способами:

- открытым (открытые горные работы);
- подземным (подземные горные работы);
- геотехнологическим (с переводом вещества в жидкую фазу).

В основе технологии горных работ лежат три процесса: отбойка, т.е. отделение добываемой горной массы от массива, погрузка

* См. выпуски справочника “Минеральное сырье” по видам полезных ископаемых, изданные Минприроды РФ в 1997 г.

отбитой горной массы в транспортные емкости и выдача этой массы на дневную поверхность. Эта технологическая схема остается неизменной с древнейших времен и доныне. Совершенствование технологии горного дела шло и идет по пути механизации (в последнее время и автоматизации) указанных процессов, внедрения различных и все более мощных механизмов и т.п.

Консервативность, неизменность общей технологии при наличии стандартных и серийно выпускаемых механизмов создает в горной отрасли ситуацию, в которой отдельному предприятию трудно добиться экономического преимущества за счет технологического усовершенствования производства. В принципе, все известные современные технологии здесь общедоступны. В то же время объекты деятельности горных предприятий, т.е. эксплуатируемые месторождения, как отмечалось, всегда характеризуются индивидуальными природными особенностями, в связи с чем оптимальными оказываются определенная технология добычи и использование определенных механизмов. Таким образом, *выбор технологических решений и технических средств в горном деле всегда ограничен особенностями конкретных месторождений и именно эти особенности в первую очередь определяют достижимый уровень технико-экономических показателей производства.*

Открытая отработка месторождений заключается в непосредственном вскрытии и отработке полезного ископаемого сплошной выемкой с поверхности на глубину. Образующаяся при этом горная выработка называется *карьером* (в угольной промышленности используется термин “разрез”).

В зависимости от условий залегания тела полезного ископаемого в недрах карьеры могут создаваться врезом в склон или за глубокой в горизонтальную поверхность, вскрывать полезное ископаемое на всей своей глубине или только нижней частью (рис. 1.1). На открытых горных работах могут использоваться крупногабаритные и высокопроизводительные механизмы, поэтому здесь может быть достигнут наиболее высокий уровень годовой добычи горной массы (десятки млн т). Производительность труда на открытых работах всегда в 5-8 раз выше, а себестоимость выемки 1 м³ горной массы в 2-4 раза ниже, чем при подземных [14].

Открытое очистное пространство в карьерах создает хорошую возможность для забойной сортировки добываемого сырья, в большинстве случаев обеспечивает лучшие условия и более высокую безопасность труда.

Однако при открытых горных работах неизбежна выемка и выдача на поверхность значительного количества пустых пород, вмещающих и перекрывающих тело полезного ископаемого (так

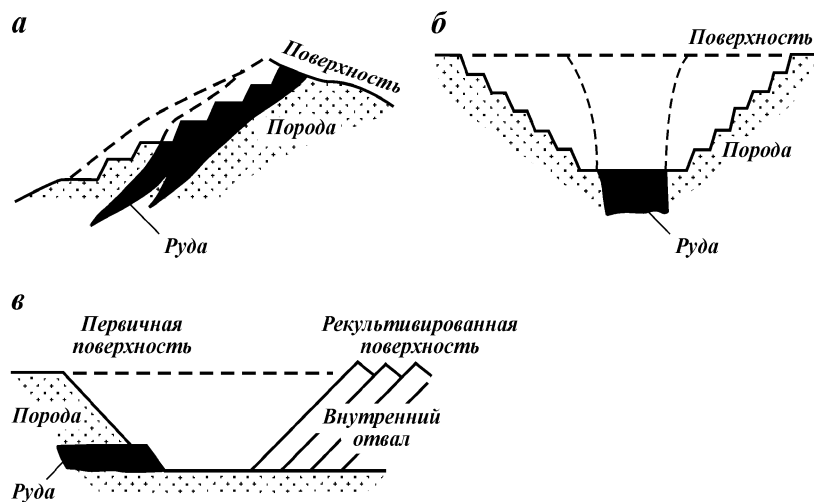


Рис. 1.1. Схемы развития карьеров:
a - врезом в склон рельефа; *б, в* - заглубкой в равнинную поверхность с созданием внешнего (*б*) или внутреннего (*в*) отвала

называемой “вскрыши”). Чем больше пустой породы (вскрыши) приходится извлекать для добычи единицы полезного ископаемого, тем большей становится себестоимость этой единицы. Отношение количества пустой породы, извлекаемой при добыче полезного ископаемого, к его извлекаемому количеству называется коэффициентом вскрыши. Он может выражаться в $\text{м}^3/\text{м}^3$, $\text{м}^3/\text{т}$ или в $\text{т}/\text{т}$. Значения коэффициентов вскрыши на действующих карьерах колеблются от долей единицы до первых десятков.

Коэффициент вскрыши, при котором себестоимость добычи единицы полезного ископаемого при открытых работах становится равной себестоимости при подземной добыче, называется *предельным коэффициентом вскрыши*:

$$K_{\text{вс}} = (C_{\text{п}} - C_{\text{о}}) / C_{\text{вс}}$$

где $C_{\text{п}}$ - себестоимость добычи единицы полезного ископаемого подземным способом; $C_{\text{о}}$ - то же, открытым способом, без затрат на вскрышу; $C_{\text{вс}}$ - себестоимость 1 м^3 (1 т) вскрыши.

Предельный коэффициент вскрыши определяет целесообразную глубину отработки месторождения открытым способом.

Фактические размеры карьеров зависят от размеров тел полезного ископаемого, условий их залегания и характера вскрышных пород. Минимальные размеры по дну составляют $(35-40) \times (50-70)$ м. Глубина определяется условиями залегания полезного

Таблица 1.1

Тип породы	Физические характеристики		Угол наклона борта (градусы) при глубине карьера, м					
	плотность, т/м ³	коэффициент крепости	20	40	90	180	240	300
Мягкие влажные	2,0	≈ 1	38	28	23	17		
Землистые плотные	2,1	≈ 1	54	36	27	23		
Мягкие скальные (сланцы)	2,2	1-2	95	70	46	36	32	30
Средние скальные (туфы, известняки)	2,4	3-7	108	95	70	55	40	39
Крепкие скальные (граниты, базальты)	2,6	8-14	110	106	83	63	52	50

ископаемого и, как правило, не превышает 200-300 м, хотя проектная глубина некоторых крупнейших карьеров приближается к 500 м.

Значение коэффициента вскрыши зависит от глубины залегания полезного ископаемого и от устойчивости вмещающих пород.

Для предотвращения обрушения бортов карьеров их приходится делать наклонными, причем чем менее крепкими и устойчивыми являются породы и чем больше глубина карьера, тем более пологими приходится делать откосы бортов (табл. 1.1).

Устойчивость пород снижается при их переувлажнении, и углы откоса в таких условиях приходится уменьшать. При проектировании конкретных карьеров для определения углов откоса необходимы специальные инженерно-геологические исследования.

Очевидно, что при одной и той же глубине карьеров объем вскрыши становится тем большим, чем более пологими приходится делать борта. Однако и при постоянном угле откоса *объем вскрыши для выемки каждого следующего слоя полезного ископаемого с глубиной возрастает* (рис. 1.2).

Величина коэффициента вскрыши зависит также от мощности тел полезного ископаемого и их количества. Если месторождение представлено системой залежей крутого падения, объем вскрыши резко возрастает за счет необходимости выемки разделяющих их пород (так называемая внутренняя вскрыша). Для систем тонких жил открытые горные работы, как правило, не применяются.

Приближенно предельная глубина карьеров H определяется по формуле:

$$H = 0,5 K_{\text{вс}} m t g \alpha,$$

где $K_{\text{вс}}$ - допустимый предельный коэффициент вскрыши; m -

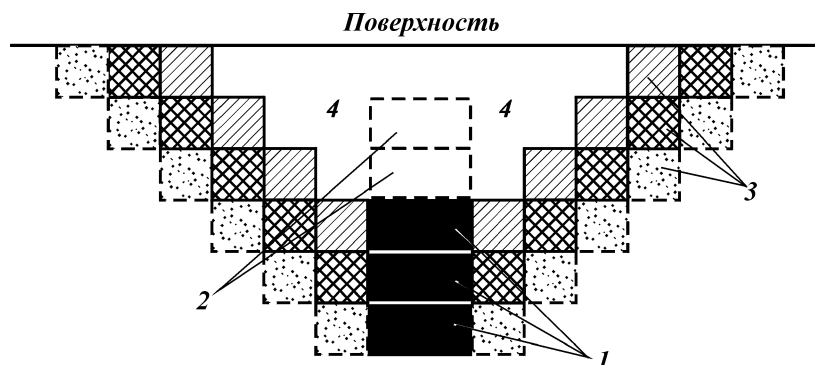


Рис. 1.2. Схематический разрез карьера, иллюстрирующий увеличение коэффициента вскрыши с глубиной.
 1 - рудные блоки, подлежащие отработке; 2 - то же, отработанные; 3 - блоки вскрыши; 4 - снятая вскрыша

горизонтальная мощность тела полезного ископаемого; α - принимаемый угол откоса бортов.

Общий объем горной массы в контуре карьера V определяется по формуле

$$V = S_d H + 0,5P_d \text{ctg}\alpha + \pi/3H^3 \text{ctg}\alpha,$$

где S_d и P_d - площадь и периметр дна карьера.

Границы карьера и объем горной массы в нем могут быть определены также графическим способом. Для этого предполагаемый объем карьера делится по высоте на слои, для каждого слоя отстраиваются борта, подсчитываются запасы полезного ископаемого и объем вскрышных пород и вычисляется коэффициент вскрыши. Затем подыскивается слой с коэффициентом вскрыши, близким к расчетному предельному; этот слой и принимается за донный.

Выемка горной массы при открытых работах может производиться с помощью различной землеройной техники: *экскаваторов, скреперов, бульдозеров.*

Разработка землистых пород ведется непосредственно с применением указанных механизмов, скальных и полускальных - с предварительным рыхлением буровзрывными работами.

Применение бульдозеров и скреперов эффективно, если извлекаемую горную массу нет необходимости транспортировать на значительное расстояние, что обычно бывает на мелких карьерах небольшой площади. При необходимости транспортирования пород вскрыши в относительно удаленные внешние отвалы более эффективной является экскаваторная выемка с погрузкой в спе-

циальные транспортные средства (в настоящее время это обычно автосамосвалы грузоподъемностью от 10 до 100 т; по специальным заказам выпускаются автосамосвалы грузоподъемностью более 100 т).

Открытая добыча полезных ископаемых сопряжена со значительным нарушением земной поверхности и начального ландшафта. По завершении добычных работ на поверхности создаются массивы пылящих отвалов и глубокие карьерные выемки, обычно постепенно затопляемые грунтовыми и атмосферными водами. Расходы на восстановление природной среды при открытой добыче могут быть весьма значительными.

Наиболее рациональным является проведение открытых работ с формированием внутренних отвалов в той части карьера, где полезное ископаемое уже извлечено. Однако по условиям залегания это далеко не всегда оказывается возможным.

При открытой разработке рыхлых полезных ископаемых в условиях сильной обводненности могут применяться специальные технологии (размыв гидромониторами, использование землесосов, драг и т.п.).

Подземная отработка месторождений производится с выдачей горной массы на поверхность через специальные вскрывающие выработки - *штольни* или *шахты*. Подземная отработка возможна только в относительно устойчивых (скальных, полускальных) или многолетнемерзлых породах.

Схема вскрытия месторождений определяется рельефом местности и характером залегания полезного ископаемого.

Вскрытие месторождений штольнями возможно только в условиях сильно расчлененного рельефа, при расположении основной части запасов выше вреза долин. Удельные затраты на проходку штолен в 5-7 раз ниже, чем шахт. Кроме того, системы штольневой вскрытия более экономичны в эксплуатации, так как не требуют затрат энергии на водоотлив (он происходит самотеком) и допускают выдачу горной массы на поверхность без перемещения по вертикали.

Шахтные системы применяют в условиях равнинного рельефа или при расположении залежей полезного ископаемого ниже вреза долин. В расчлененном рельефе штольневое и шахтное вскрытие нередко комбинируют (рис. 1.3, а).

Вскрывающие капитальные штольни и шахтные стволы располагают так, чтобы при отработке полезного ископаемого они не оказались в зоне сдвижения пород и их сохранность в течение всего времени отработки не требовала оставления значительной части полезного ископаемого в целиках. Обычно такие выработки располагают со стороны лежащего бока залежей.

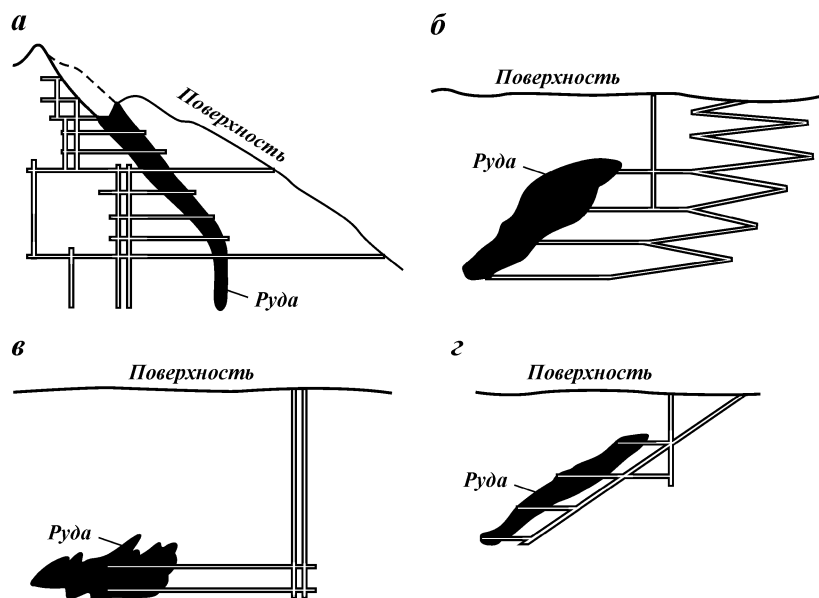


Рис. 1.3. Схемы вскрытия месторождений горными выработками:
 а - штольнями и слепыми вертикальными стволами; б - вертикальным стволом и спиральным съездом; в - спаренными глубокими вертикальными стволами; г - наклонным и вертикальным стволами

Шахты могут создаваться *вертикальными* или *наклонными* (рис. 1.3, г). В первых подъем породы осуществляется специальными подъемными машинами в *клетях*, в которые закатываются вагонетки, доставляющие породу к стволу от забоя, или в *скипах* - специальных подъемных сосудах большой емкости, в которые доставляемая в вагонетках порода перегружается. При большом грузопотоке, как правило, применяется скиповый подъем, а клетки используются только для спуска-подъема людей и материалов. Наклонные шахты дороже в сооружении и сложнее в эксплуатации. Однако при небольшой глубине в них может быть применен высокоэффективный конвейерный подъем. В последнее время для вскрытия месторождений нередко применяют *спиральные съезды*, по которым подъем горной массы осуществляется специальной самоходной колесной техникой (рис. 1.3, б).

Обычно для вскрытия месторождений проходят не менее двух шахтных стволов, что позволяет улучшить условия вентиляции и создать запасной выход на случай аварий (рис. 1.3, в).

Максимальная глубина подземной отработки месторождений в настоящее время на некоторых рудниках приближается к 2000 м, однако в большинстве случаев она составляет 300-700 м. Шахтные стволы глубиной более 300 м в основном проходят круглым сечением с креплением бетоном. Мелкие шахты с ограниченным сроком службы могут проходиться прямоугольным сечением с деревянной крепью.

В зависимости от сечения и используемых подъемных механизмов шахтные стволы обладают определенной способностью по выдаче горной массы, увеличить которую невозможно, а недоиспользовать невыгодно, так как расходы по эксплуатации шахт (на водоотлив, обслуживание подъема, вентиляцию и пр.) от объема добычи не зависят. Поэтому при проектировании рудников сечение и оборудование стволов обосновываются специальными расчетами, исходя из целесообразной производительности рудника в целом.

Системы отработки, применяемые при подземной добыче, различаются способом поддержания отработанного пространства, порядком и способом выемки полезного ископаемого. По способу поддержания очистного пространства различают ряд классов систем: 1) с открытым очистным пространством, поддерживаемым целиками полезного ископаемого; 2) с магазинированием полезного ископаемого; 3) с закладкой; 4) с креплением; 5) с обрушением вмещающих пород; 6) с обрушением полезного ископаемого и вмещающих пород; 7) комбинированные. Выбор той или иной системы определяется характером залегания и мощностью тел полезного ископаемого, устойчивостью и крепостью полезного ископаемого и вмещающих пород, ценностью сырья, а также некоторыми его особыми свойствами (радиоактивность, склонность к самовозгоранию и др.).

Каждая система характеризуется определенной удельной производительностью (в расчете на одного рабочего) и себестоимостью единицы добываемого сырья. Сведения по наиболее распространенным системам приводятся в табл. 1.2.

Потери и разубоживание. При добыче полезных ископаемых неизбежно происходит прихват некоторой части пустых пород и потеря части полезного ископаемого в недрах.

Различают потери в целиках, намеренно оставляемых в недрах в связи с технологической необходимостью (охранные целики под различными сооружениями и выработками или целики, поддерживающие очистное пространство), и потери, обусловленные непреднамеренным, но технологически неизбежным оставлением в массиве части полезного ископаемого со стороны висячего или лежащего бока залежи, а также в связи с неполнотой выпуска

Таблица 1.2

Система обработки (класс)	Условия применения			Технологическая и экономическая характеристика	
	мощность тел, м	угол падения, градус	устойчивость пород и руд	относительная производительность на рабочего, %	относительная себестоимость добычи 1 т, %
С магазинированием (2)	>0,3	>45	Устойчивые	250	100
Потолкоуступная, с распорной крепью (4)	0,5-2,0	0-90	То же	100	120-130
Горизонтальные слои с закладкой (3)	>0,3	0-90	Не устойчивые	110	120-130
Камерно-столбовая (1)	1,5-20	0-40	Устойчивые	230	30-50
Подэтажных штреков (5)	≥5	50-90	То же	300	40-60
Этажного обрушения (6)	≥3	50-90	“	360	30-50

его из магазинов, смешивания с пустой породой или закладочным материалом и т.п.

Наименьшими потерями характеризуется открытая добыча (3-6 %). При подземной добыче уровень потерь определяется применяемой системой обработки. Для систем с креплением и закладкой он минимален и составляет 5-10 %, а для систем с оставлением целиков, с обрушением (и т.п.) может достигать 20-30 % и более.

Снижение содержания ценного компонента в руде или иное ухудшение потребительских качеств добываемого сырья за счет технологически неизбежного смешивания полезного ископаемого с пустой породой называют *разубоживанием*. Для твердых горючих полезных ископаемых (угли, сланцы) разубоживание выражается повышением их *зольности* и снижением теплотворной способности. На железорудных предприятиях принято говорить о *засорении* добываемой руды.

Показателем разубоживания (изменения качества) сырья при добыче служит коэффициент разубоживания p (в %), определяемый отношением

$$p = [1 - (a - c) / (b - c)] \cdot 100,$$

где a - содержание компонента в учтенных запасах в недрах (в руде); b - содержание компонента в засоряющих породах; c - содержание компонента в добываемой горной массе.

Величина разубоживания зависит от устойчивости пород и руд, мощности залежей полезного ископаемого, применяемой системы отработки и технологии выемки и может варьировать от первых процентов до 20-40 %.

Технологические потери и разубоживание связаны между собой, так как при прочих равных условиях оказываются тем большими, чем более производительная система и технология добычи применяются. Поэтому в общем случае *стремление к снижению себестоимости добычи ведет к увеличению потерь и разубоживания, и наоборот.*

Практически при проектировании отработки месторождений с учетом ценности сырья выбирается экономически приемлемый компромисс между себестоимостью добычи и величиной потерь и разубоживания.

Запасы полезного ископаемого, реально извлекаемые из недр с учетом потерь и разубоживания, называют *эксплуатационными запасами.*

Эксплуатационные запасы Q определяются по формуле

$$Q = Q_n (1 - \Pi) / (1 - p),$$

где Q_n - запасы сырья в недрах; Π - показатель потерь (в долях единицы); p - показатель разубоживания (в долях единицы).

Среднее содержание компонента в извлекаемых запасах сырья C рассчитывается по формуле

$$C = C_n (1 - p) + C_p p,$$

где C_n и C_p - содержание компонента соответственно в руде в недрах и в разубоживающих породах.

Геотехнологические способы добычи твердых полезных ископаемых основаны на их выщелачивании, растворении, расплавлении или превращении в пульпу непосредственно на месте залегания и выдаче получаемых растворов, расплавов или пульпы на поверхность путем откачки.

Геотехнологические способы могут осуществляться при вскрытии полезного ископаемого скважинными системами или с дренажом в горные выработки.

Способами подземного выщелачивания в настоящее время добывают уран и медь.

При добыче урана используется способность большинства его минералов растворяться в слабых растворах кислот или щелочей. Раствор реагента закачивается в недра, фильтруется по ураноудерживающим породам, откачивается на поверхность, пропускается через извлекающие устройства (ионные сорбенты), доукрепляется реагентами и снова направляется в недра (рис. 1.4). Процесс

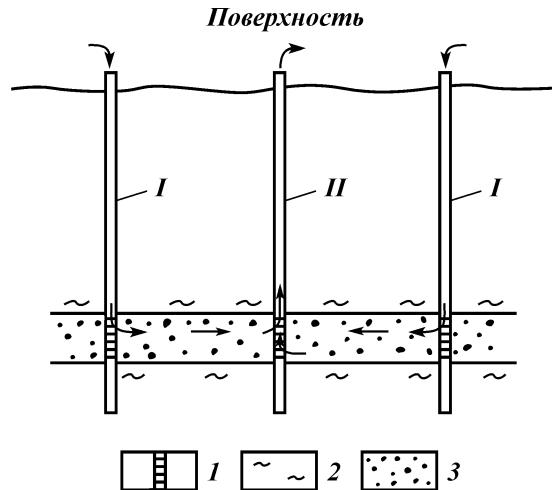


Рис. 1.4. Схема отработки уранового месторождения способом подземного выщелачивания:

1 - фильтры в скважинах; *2* - водоупорные породы; *3* - водопроницаемый рудоносный пласт. *I - II* - закачивающие и откачивающие скважины

идет в непрерывном режиме до достижения желаемой степени извлечения из недр.

Наиболее эффективным является применение этой технологии в скважинном варианте на месторождениях с высокой естественной проницаемостью урановых руд. Однако имеется опыт выщелачивания скальных урановых руд с предварительным их дроблением в блоках. Извлечение урана из руд с естественной проницаемостью может быть очень высоким (более 90 %), но достижение высокого извлечения не всегда экономически оправдано. При выщелачивании скальных руд степень извлечения зависит от раздробленности, но обычно не превышает 50-70 %.

Недостатком способа является сравнительно низкая интенсивность процесса. Оработка полигонов (блоков) обычно занимает несколько лет при производительности на одну скважину 1-3 т/год.

При добыче меди используется растворимость некоторых медных минералов (малахит, азурит, халькозин, ковеллин, борнит) в сернокислых растворах. При наличии в рудах сульфидов, их растворение ведет к повышению кислотности растворов. Наиболее распространено извлечение естественно растворившейся меди из рудничных вод на медных и полиметаллических рудниках. Низкая растворимость наиболее распространенного медного

минерала - халькопирита - ограничивает использование метода для принудительного выщелачивания руд в блоках.

Способ подземного растворения широко применяется при добыче каменной соли и каолина. При добыче соли используются как скважины, так и горные выработки. Скважины обсаживаются трубами двух диаметров. По внутренним трубам подается вода, по межтрубному зазору откачивается рассол, направляемый на выпаривание. При добыче каолина, строго говоря, происходит не растворение, а избирательное вымывание последнего с образованием суспензии, направляемой на отстой и осаждение.

Способ подземной выплавки используется при добыче самородной серы. Сера при воздействии на нее перегретой водой (более 140 °С) плавится, образуя не смешиваемую с водой жидкость плотностью 2,0 г/см³, которая откачивается на поверхность. Извлечение серы составляет 25-30 %. Однако процесс идет очень интенсивно, добыча составляет более 300 т серы на скважину в сутки, что обеспечивает низкую себестоимость и позволяет мириться с повышенными потерями.

Способ скважинного гидро размыва заключается в размыве рыхлых полезных ископаемых водой под давлением и выдаче на поверхность пульпы. Скважинные варианты этого способа экспериментально опробованы для добычи рыхлых железных руд и материала россыпей. Однако примеров промышленного применения этого способа пока не имеется.

1.2.2. ДОБЫЧА НЕФТИ, ГАЗА И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Добыча нефти чаще всего, а газа - всегда производится скважинными системами. Подземные воды могут добываться посредством скважин, колодцев или путем водозабора из естественных выходов (родников).

Месторождения нефти и газа представляют собой геологические структуры, в которых участки пластов пористых проницаемых горных пород (коллекторов) изолированы от поверхности толщами непроницаемых пород. Распространенным типом таких структур являются, например, антиклинали (рис. 1.5).

Нефть и газ, заключенные в породах-коллекторах, находятся под давлением, обусловленным весом вышележащих толщ и часто достигающим десятков и даже сотен атмосфер.

При вскрытии скважинами нефтегазовых месторождений с достаточно высоким пластовым давлением нефть или газ начинают поступать к поверхности самотеком (фонтанировать). Однако в процессе эксплуатации скважин пластовое давление падает и

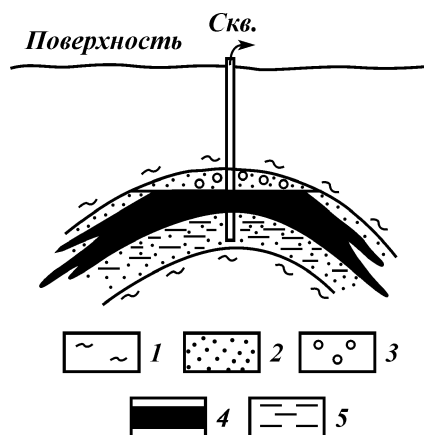


Рис. 1.5. Схема строения и отработки нефтегазовой залежи:

1 - непроницаемые перекрывающие породы; 2 - пористые породы (коллектор); 3 - газовая "шапка"; 4 - нефть; 5 - вода

напор нефти или газа, а следовательно и *продуктивность скважин и уровень добычи* снижаются. Поддержание уровня добычи может быть достигнуто переходом на откачку нефти насосами (отсос газа компрессорами). При дальнейшем падении пластового давления и *газо-*

нефтеотдачи применяют принудительное повышение пластового давления путем нагнетания в пласт-коллектор воды. При высокой вязкости нефтей используют также методы теплового или физико-химического воздействия на пласт. Все подобные мероприятия сопряжены со значительными затратами и эффективны только пока эти затраты перекрываются доходами от получения дополнительного количества сырья.

Практически извлечение нефти из недр составляет от 25-30 до 40-70 % геологических запасов. Для газа этот показатель выше и может достигать 60-70 и даже 90 %.

При эксплуатации нефтяных и газовых месторождений различают *этапы нарастающей, постоянной и падающей добычи*. Длительность этих периодов может составлять от нескольких до 10-20 лет. На этапе падающей добычи экономические показатели эксплуатации снижаются. Газовые месторождения в этот период стараются переводить на снабжение местных потребителей [3, 18].

Как правило, нефть и газ залегают на больших глубинах (сотни и тысячи метров), а для их транспортировки к поверхности необходимы скважины больших диаметров (250-300 мм и более). Бурение нефтегазовых скважин производится специальными станками роторным или турбинным способами. Стоимость сооружения таких скважин в десятки раз превышает стоимость скважин так называемого колонкового бурения, используемого при геологоразведочных работах на твердые полезные ископаемые.

Добыча нефти и газа производится в очень больших объемах, и для их эффективной транспортировки потребителям необходи-

мо строительство систем трубопроводов. Добыча и перекачка нефти и газа являются энергоемкими производствами и требуют создания местных источников энергии. Указанные особенности определяют необходимость при освоении нефтегазовых месторождений значительных инвестиций в инфраструктуру районов.

Месторождения подземных вод представлены водоносными пористыми или трещиноватыми геологическими формациями. Особенностью месторождений подземных вод является возможность пополнения их запасов за счет естественного притока. Поэтому различают *динамические запасы подземных вод*, не превышающие естественного притока, и *статические запасы*, количество которых может при отработке сокращаться. Подземные воды могут быть *напорными* (с напором, достигающим или не достигающим поверхности земли) или *безнапорными*. Напорные подземные воды, достигающие поверхности земли, называют *артезианскими*. Эксплуатация артезианских подземных вод возможна за счет естественных напоров, прочих - с применением тех или иных откачивающих средств (насосы, эрлифты) [3].

1.3. ПРЕВРАЩЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТОВАРНЫЕ ПРОДУКТЫ

Как правило, добытое из недр минеральное сырье перед реализацией потребителю подвергается первичной переработке.

Переработка, в процессе которой происходит резкое сокращение начальной массы сырья и получение особого продукта - *концентрата*, называется *обогащением**.

Процессы обогащения основаны на различии физических или химических свойств минералов, заключающих ценный компонент, и минералов пустых пород. Однако чтобы разделить минералы по их свойствам, необходимо добиться разрушения их природных сростков и механического обособления минеральных фаз. Поэтому начальной стадией любого процесса обогащения является *дробление и измельчение* исходной горной массы [14]. Степень необходимого дробления и измельчения определяется размерностью минеральных обособлений, содержащих ценный компонент, и используемой технологией обогащения.

Дробление и измельчение - энергоемкие процессы, и затраты на них часто достигают 50 % и более всех затрат на обогащение.

* Термин "обогащение" иногда применяется также для обозначения процессов облагораживания добываемого сырья, при котором его масса меняется незначительно. Так говорят, например, об обогащении угля в целях снижения его зольности.

Получаемый в процессе обогащения конечный товарный продукт называют концентратом, а отбрасываемый, отвалный продукт - хвостами.

Важнейшими показателями, характеризующими эффективность процесса обогащения, являются:

- *выход концентрата*, в % от исходной массы (чем меньше выход, тем эффективнее протекает процесс); коэффициент выхода γ определяется как

$$\gamma = (C_p - C_{хв}) / (C_k - C_{хв}),$$

где C_p , C_k , $C_{хв}$ - содержание компонента соответственно в исходной руде, концентрате и хвостах;

- *извлечение в концентрат*, т.е. относительное от исходного количество компонента, перешедшее в концентрат, в % (чем извлечение ближе к 100 %, тем эффективнее процесс); извлечение характеризуется коэффициентом извлечения ϵ :

$$\epsilon = \gamma C_k / C_p;$$

- *коэффициент обогащения E* , показывающий, во сколько раз повышается содержание в концентрате относительно содержания в исходной руде:

$$E = \epsilon / \gamma.$$

Содержание компонентов в концентратах и другие требования к их качеству обычно устанавливаются соответствующими ОСТАми или ГОСТами, с разделением концентратов на сорта или марки. Процесс обогащения регулируется так, чтобы получать концентрат определенной марки.

Фактические значения извлечения в концентрат для разных компонентов и в зависимости от способов обогащения колеблются от 98-95 % (в основном методы химической технологии) до 55-60 % (гравитационные методы при труднообогатимом сырье).

Наиболее распространены следующие процессы обогащения полезных ископаемых [3, 14].

1. Гравитационная сепарация - разделение минералов по удельной массе (плотности), обычно осуществляемое в водной среде. Применяется для выделения в концентраты тяжелых минералов (удельная масса $>3-4$ г/см³). Наиболее часто применяются для выделения самородного золота, платины, алмазов, сульфидов и других тяжелых минералов (вольфрамит, шеелит, барит, рутит, ильменит, танталит-колумбит и др.). Это основной метод обогащения при разработке россыпей.

Процесс относительно дешевый, не использующий вредных веществ, не дающий вредных отходов, но характеризуется невы-

сокой избирательностью, так как извлекаются все тяжелые минералы - как ценные, так и не представляющие ценности. При наличии в исходной массе нескольких ценных тяжелых минералов концентрат получается коллективный. Степень извлечения зависит от размерности минеральных зерен. Мелкие частицы извлекаются хуже, что ведет к повышенным потерям. Тонкое золото ($< 0,01$ мм), касситерит, вольфрамит, шеелит ($< 0,1$ мм), алмазы (< 1 мм) теряются практически полностью.

Разновидностью гравитационной сепарации является *обогащение в тяжелых суспензиях* (с плотностью большей, чем у воды), при погружении в которые легкие минеральные компоненты всплывают, а тяжелые тонут. Такое обогащение применяется для углей, фосфатов и некоторых руд.

2. Магнитная сепарация - выделение магнитных минералов из немагнитной массы с помощью электромагнитов. Может осуществляться как в воздушной (сухая сепарация), так и водной среде (мокрая сепарация). Основное применение - обогащение железных (магнетитовых) руд. Процесс относительно дешевый, с высокой избирательностью. Обеспечивает высокое извлечение при низких потерях и не дает вредных отходов.

3. Флотация - выделение минералов на основе различной смачиваемости их водой (гидрофильно-гидрофобных свойств). Процесс ведется в водной среде с добавкой пенообразователей и различных добавок. Не смачиваемые водой частицы прилипают к воздушным пузырькам и всплывают в пену (пенный концентрат), а смачиваемые - тонут. Применяя различные реагенты-добавки (активаторы, собиратели, подавители), гидрофобно-гидрофильные свойства тех или иных минералов можно менять, обеспечивая высокую избирательность процесса. В качестве пенообразователей и добавок используются различные химикаты, часто являющиеся токсичными. Применяется флотация для выделения сульфидов меди, свинца, цинка, никеля, молибдена, сурьмы и др. (в том числе для получения селективных концентратов), шеелита, тонкого золота, многих видов химического (апатит, флюорит и др.) и технического (графит) сырья. Использование метода требует тонкого измельчения руд и специальных методов очистки сбросных вод. Стоимость переработки повышенная.

4. Гидрометаллургия - выделение элементов химико-технологическими методами. Применяется в основном при переработке золотосодержащих и урановых руд. Для переработки золотосодержащих руд используются цианидные, урана - серно-кислые растворы или растворы карбонатов щелочей. Извлечение из растворов в основном осуществляется сорбционными метода-

ми. Избирательность процесса очень высокая. Извлечение, как правило, превышает 90 %. Стоимость гидрометаллургического передела высока, и его применение в основном ограничивается указанными выше ценными видами сырья. Используемые реагенты токсичны или агрессивны, что требует специальных мер безопасности и обезвреживания отходов.

Кроме этих основных для отдельных видов сырья используются и другие методы.

Пирометаллургия - обжиг с целью получения обогащенной золы (огарка) или возгонки (выплавки) элемента. Этот метод используется при переработке углей, содержащих германий, самородной серы (выплавка) и ртути (возгонка), а также для перевода сульфидов в оксидную форму, что необходимо при переработке цианированием сульфидных золотосодержащих руд.

Ручная разборка сырья применяется для отборки вручную штUFFов ценных минералов (кусковой флюорит, пьезооптическое, самоцветное сырье, слюда и др.).

Измельчение и рассев - для выделения фракций определенной крупности (в том числе минералов, склонных к избирательному измельчению) или *отмывка* (отмучивание) - для разделения песчаных и глинистых фракций минеральных образований.

Липкостная сепарация - выделение минералов, способных прилипать (адгезия) к некоторым веществам - жирам и др. (алмазное сырье).

Радиометрическая сепарация - выделение минералов с помощью специальных радиочувствительных датчиков по естественной радиоактивности (урановые руды).

Фото- или рентгеновская сепарация - выделение минералов определенного цвета или люминесцирующих в рентгеновских лучах (изумруды, алмазы).

Методы гидрометаллургии в последнее время начинают дополняться биохимическими методами, использующими способность некоторых бактерий разлагать сульфиды, переводя в раствор содержащиеся в них металлы (в том числе золото). В будущем вероятно внедрение и других методов тонкой технологии (использование наведенной радиоактивности, возбужденного рентгеновского излучения и др.).

Как правило, при обогащении сырья конкретных месторождений, в особенности многокомпонентного состава, используются сложные комплексные схемы с сочетанием гравитационно-флотационных, гравитационно-магнитных и других способов.

Для осуществления обогащения сырья необходимо строительство специальных комплексов - *обогажительных фабрик*. Затраты на их сооружение могут составлять значительную часть

всех инвестиций в создание минерально-сырьевых производств. Поэтому обогатительные фабрики стараются размещать с учетом возможности переработки руд нескольких близкорасположенных добычных предприятий.

Обогатительные фабрики оснащаются большим количеством различных механизмов и потребляют значительные количества электроэнергии. Для примера приведем данные о силовом оснащении и расходе электроэнергии на фабрике полиметаллического рудника Розбери (Австралия) [18] (табл. 1.3).

По предприятиям России расход электроэнергии на обогащение 1 т сырья (без цикла дробления-измельчения) для различных его видов составляет (кВт/ч): уголь - 7-11; железные руды - 60-70; руды цветных металлов - 15-70; неметаллическое сырье - 4-20.

В большинстве случаев обогатительные фабрики расходуют значительные количества воды и требуют специальных систем водоснабжения. В результате деятельности фабрик образуются жидкие (стоки) и твердые (хвосты процесса) отходы. Первые необходимо очищать и, по возможности, повторно использовать (схемы с замкнутым водооборотом). Вторые требуют создания специально оборудуемых отвалов-хвостохранилищ.

Процессы переработки руд и рудных концентратов для получения металлов (металлургические процессы) включают плавку, конвертацию, рафинирование и дистилляцию [3].

При плавке в специальные печи загружается *шихта*, в состав которой кроме основного продукта (руда, концентрат) обычно входят *флюсы*, облегчающие процесс плавки (известняк, плавиковый шпат, кварц), восстановители (кокс), различные добавки, меняющие качество сплавов, а иногда также металлический лом. При плавке могут получаться как конечный товарный металл, так и полупродукты (*штейн*), подлежащие дальнейшему переделу.

При конвертации расплавленный металл (или штейн) продувают воздухом или кислородом с целью выжигания нежела-

Таблица 1.3

Процесс	Установленная мощность электродвигателей, кВт	Одновременно действующая мощность, кВт	Годовая нагрузка, ч/год	Годовой расход электроэнергии, кВт/ч на 1 т
Дробление	272	163	4800	1,1
Измельчение	2030	1500	7780	16,7
Флотация	2692	1694	8470	20,5
В с е г о	4994	3357	-	38,3

тельных примесей (например, углерода при конвертации чугуна в сталь).

Рафинирование заключается в обработке расплавов черного металла различными добавками с целью их очистки от примесей путем перевода последних в шлаки или возгонки.

Дистилляция применяется для получения чистых металлов путем отгонки. Она, в частности, включена в процесс производства чистого цинка, олова, ртути и др.

Для получения некоторых чистых металлов применяется электролиз расплавов (алюминий, медь).

Благородные металлы, иногда содержащиеся в исходном медном, никелевом и полиметаллическом сырье, в процессах плавки переходят в штейн или черновой металл, а в процессах рафинирования или электролиза накапливаются в отходах, откуда могут в дальнейшем извлекаться.

Переработка нефтегазового сырья обычно производится в два этапа, включающие первичную переработку непосредственно на месте добычи (на промыслах) и глубокую переработку на специальных заводах [3].

К *первичной переработке нефти* относятся обезвоживание, обессоливание и дегазация (атмосферным или вакуумным способом). *Глубокая переработка* осуществляется методами термодеструкции (крекинг, пиролиз, коксование и др), обработкой кислотами (серной, плавиковой), алкилированием и др.

Первичная переработка газа включает очистку от механических примесей и воды, отделение тяжелых углеводородов. *Глубокая переработка* заключается во фракционировании газовой смеси, отделении конденсата, легких углеводородов окисляемых компонентов, гелия, ртути, серы и др. Серу при переработке извлекают в виде товарного продукта, углеводороды перерабатывают в ацетилен, аммиак, метанол, моторное топливо.

1.4. ТОВАРНЫЕ ПРОДУКТЫ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В качестве товарных продуктов, выпускаемых горнопромышленными предприятиями, могут выступать:

1) *минеральное сырье* (горная масса), непосредственно добытое из недр в природном виде или после первичной переработки, придающей или улучшающей потребительские свойства и выполняемой на месте добычи (сортировка, размол, распиловка, освобождение от нежелательных примесей и др.);

2) *концентрат*, полученный при переработке добытого сырья

и используемый как полуфабрикат для дальнейшей переработки в один или несколько конечных товарных продуктов;

3) *металл, ценные кристаллы или минералы*, извлекаемые из добываемого сырья в товарном виде уже при первичной переработке.

Первая из указанных групп сырья включает энергоносители (кроме урана), стройматериалы, керамическое сырье и такие виды химического и технического сырья, как калийные, магниевые и натриевые соли, фосфориты (при производстве из них фосфоритной муки), флюсовое и огнеупорное сырье, тальк и пиррофиллит, цеолиты и др.

К этой же группе относятся богатые руды железа (содержание Fe > 50 %), хрома (>45 %) и никеля (>1-3 %), используемые непосредственно для загрузки плавильных печей и выплавки металлов, а также бокситы.

Следует отметить, что к товарному продукту этой группы потребители всегда предъявляют определенные требования, устанавливаемые техническими условиями, ОСТами, а иногда и ГОСТами. В перечень устанавливаемых показателей в зависимости от вида сырья могут входить лимитные содержания различных компонентов, значения физических характеристик (температура плавления, сопротивление сжатию и т.п.), различные специальные характеристики (спекаемость, цвет, сорбционная способность и т.п.), размерность монолитов (кусковатость, блочность) и др. С учетом этих требований сырье может делиться на сорта или марки, имеющие различную ценность, а нередко и различное назначение.

Вторая группа включает *концентраты*, получаемые в процессе *обогащения* (см. раздел 1.3). Концентрат может иметь единственное назначение, являясь сырьем для выплавки металла или получения чистого химического соединения ценного элемента, или многоцелевое назначение, если служит сырьем для получения ряда химических продуктов, используемых в различных областях.

В первом случае концентрат практически является полуфабрикатом, представляющим интерес только для определенного металлургического производства. В зависимости от организационных отношений производителя (горного предприятия) и потребителя (металлургического предприятия) такой продукт может как выступать в качестве продаваемого и покупаемого товара, так и быть полуфабрикатом, не подлежащим самостоятельной реализации.

Одноцелевое назначение (для выплавки металлов) обычно имеют концентраты железа, меди, никеля, свинца, цинка. Одна-

ко железные концентраты в меньшем количестве используются также для производства магнитных порошков, пигментов, тяжелых суспензий и др. Концентраты титана, вольфрама, молибдена и других редких и редкоземельных металлов имеют многоцелевое назначение. Так, вольфрамовый концентрат может применяться в сталеплавильном производстве для легирования сталей или перерабатываться в металлический вольфрам, вольфрамовые соли, карбид, специальные сплавы. Титановые концентраты в большом количестве используются для производства пигментов (титановых белил), нежели для получения металлического титана, а циркониевые - в основном для изготовления специальной керамики. Из концентратов редкоземельных металлов могут получать абразивы (технический полирит) и т.д. На использование концентратов редких металлов влияет их минеральный состав. Так, вольфрамитовый и пироклоровый (ниобиевый) концентраты могут непосредственно применяться в процессе плавки легированных сталей, а шеелитовый (вольфрамовый) и лопаритовый (ниобиевый) концентраты для этого непригодны и должны сначала перерабатываться в чистые химические соединения этих металлов, использование которых для легирования уже менее выгодно экономически.

Концентраты неметаллического сырья обычно также имеют многоцелевое назначение и могут перерабатываться в различные соединения и продукты. Например, апатитовый (фосфоритовый) концентрат в основном поставляется на предприятия по выпуску удобрений (последних, в свою очередь, существует множество). Кроме того, он служит сырьем для выпуска чистого фосфора и различных фосфорсодержащих веществ самого разного назначения (ядохимикаты, моющие средства и т.д.)

Как правило, требования к качеству концентратов (с учетом целевого назначения) устанавливаются ОСТАми или ГОСТами, которыми лимитируются минимальные содержания ценных компонентов и максимальные - вредных примесей, а иногда и некоторые физические параметры (влажность и др.).

Переработке в концентраты подлежат бедные руды железа, хрома, никеля и все руды остальных цветных (кроме алюминия) и редких металлов. При этом для комплексных руд (медно-никелевые, медно-цинковые, свинцово-цинковые и т.п.) обычно получают селективные концентраты каждого компонента. Кроме руд металлов обогащению с получением концентратов обычно подвергается фосфатное (apatиты), боросиликатное и бедное плавикошпатовое сырье, а также сырье сернокислотного производства (пирит, самородная сера) и др.

К третьей группе относятся сырьевые материалы, требу-

ющие первичной переработки добытого сырья, но из которых в результате такой переработки образуются готовые товарные продукты: черновой металл или чистый химический продукт, кристаллосырье или мономинеральный продукт. Из руд металлов в эту группу входят золотосодержащие руды со свободным золотом и ртутные руды, продуктами первичной переработки которых оказываются соответственно черновое золото и ртуть, а также россыпи золота и платины, где при промывке песков получают черновой металл. Рудное золото обычно извлекается путем дробления и промывки породы (относительно крупное) или методами химической технологии (мелкое). Ртутные руды перерабатываются методом возгонки.

Из неметаллических сырьевых материалов в эту же группу входят сырьевые материалы, содержащие в качестве ценного компонента природные кристаллы с особыми свойствами: алмазы, пьезокварц, оптические флюорит и кальцит, слюды (мусковит, флогопит), а также различные ювелирно-ограночные и поделочные камни (корунды, бериллы, турмалины и др.). За исключением алмазов, для этих видов сырья основным способом обогащения является ручная разборка, в процессе которой отбирается кристаллосырье, или блоки, соответствующее определенным требованиям по размерности, чистоте, прозрачности, цвету и т.д. Для выделения алмазов из алмазосодержащих пород используются различные механизированные способы, однако конечной стадией доводки концентрата является опять-таки ручная разборка. Вся подобная минеральная продукция всегда рассортировывается на несколько сортов, причем ценность кристаллов (блоков) высшего сорта в расчете на единицу массы может превышать ценность низших сортов в десятки и сотни раз.

Кроме упомянутых видов сырья в эту группу может быть включен асбест, по существу также представляющий собой специфическое кристаллосырье. Обогащение асбестовых руд ведется механическими способами с получением мономинеральных продуктов, разделяемых на сорта по длине волокна. Наиболее ценными являются длиноволокнистые сорта.

К этой же группе должен быть отнесен и такой специфический сырьевой продукт, как уран. Выделение урана из руд производится методами химической технологии. Конечным продуктом при этом оказывается обычно оксид урана (U_3O_8), являющийся свободно обращаемым на мировом рынке товарным продуктом, используемым для производства ядерного топлива.

1.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

Определяя рациональный объем выпуска продукции, предприниматель в отраслях обрабатывающей промышленности ориентируется прежде всего на маркетинговые оценки спроса на продукцию и емкости рынка. При определении возможного выпуска продукции в минерально-сырьевой отрасли приходится прежде всего учитывать природные особенности конкретного источника сырья, т.е. месторождения. Конечность ресурсов этого источника обуславливает необходимость отыскания некоторого оптимума между производительностью и сроком существования предприятия, с одной стороны, и производительностью и себестоимостью продукции, с другой. При этом, так же как и в других отраслях, приходится учитывать и конъюнктуру рынка данного сырьевого материала.

Следует отметить, что как и во всех промышленных отраслях себестоимость продукции с увеличением объема производства снижается, так как в структуре расходов имеются так называемые “условно-постоянные” затраты, величина которых от объема производства до определенного предела практически не зависит. Однако при превышении такого предела условно-постоянные затраты, а с ними и себестоимость в целом, начинают возрастать. Соответственно, всегда существует некоторый оптимум производительности, отвечающий минимуму себестоимости продукции. Для горных предприятий такой оптимум является достаточно широким: отклонение фактической производительности в пределах от 0,7 до 1,4 от расчетного среднего значения сказывается на величине себестоимости незначительно (рис. 1.6) [7, 14].

Примерная оценка рациональной производительности будущего горного предприятия на ранних стадиях оценки новых месторождений может быть дана с использованием эмпирических формул, предложенных Тейлором еще более 100 лет назад. При этом вначале по формулам Тейлора оценивается оптимальное время T существования предприятия:

$$T = 0,2 \sqrt[4]{Q} \quad \text{или} \quad T = 6,5 \sqrt[4]{q},$$

где Q и q - запасы сырья в недрах соответственно в т или млн т.

Затем находится оптимальная производительность предприятия A :

$$A = QK_n / T(1 - K_p),$$

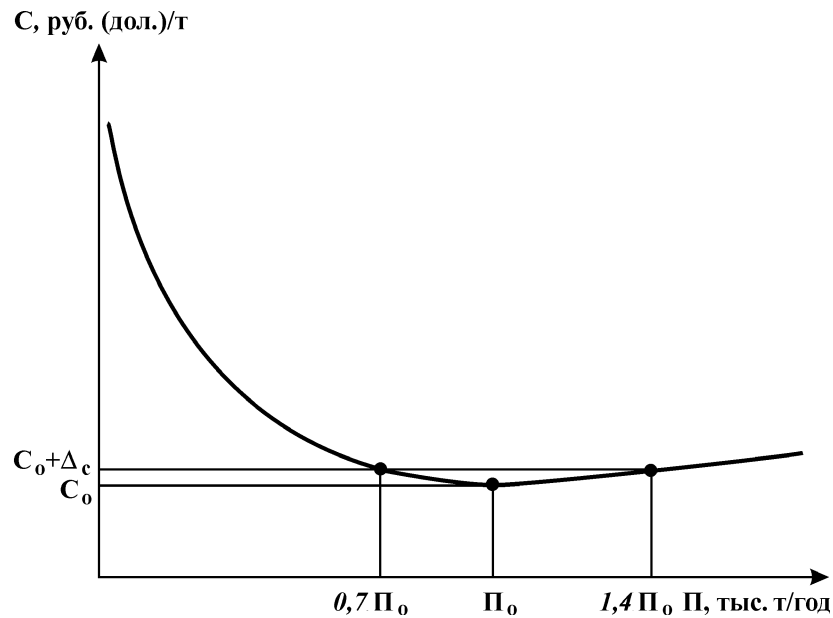


Рис. 1.6. Общий вид зависимости себестоимости добычи C от производительности предприятия Π . По *М.И. Агошкову*.
 Π_0 - оптимальная производительность. $0,7 \Pi_0$ и $1,4 \Pi_0$ - пределы производительности, в которых изменение себестоимости незначительно

где K_n - коэффициент извлечения сырья из недр; K_p - коэффициент разубоживания при добыче.

Непосредственно оптимальная производительность может быть также оценена по следующим эмпирическим формулам:

$$\text{для подземной добычи } A_n = 0,0218 + 0,0623Q - 0,000017Q^2;$$

$$\text{для открытой добычи } A_o = 0,8074 + 0,031Q - 0,00001186Q^2.$$

Существуют также номограммы для оценки оптимальной производительности по запасам руды (рис. 1.7).

Уточненная оценка производительности на стадиях составления ТЭО производится с учетом горно-технических возможностей по методике *М.И. Агошкова* [7, 14].

Определение годовой производительности по интенсивности отработки месторождения применяется для наклонно залегающих и крутопадающих месторождений. Расчет ведется по формуле

$$A = VS\gamma K_n / (1 - K_p),$$

где A - максимальная производительность добычи, т/год; V - годовое понижение очистной выемки по вертикали в среднем по

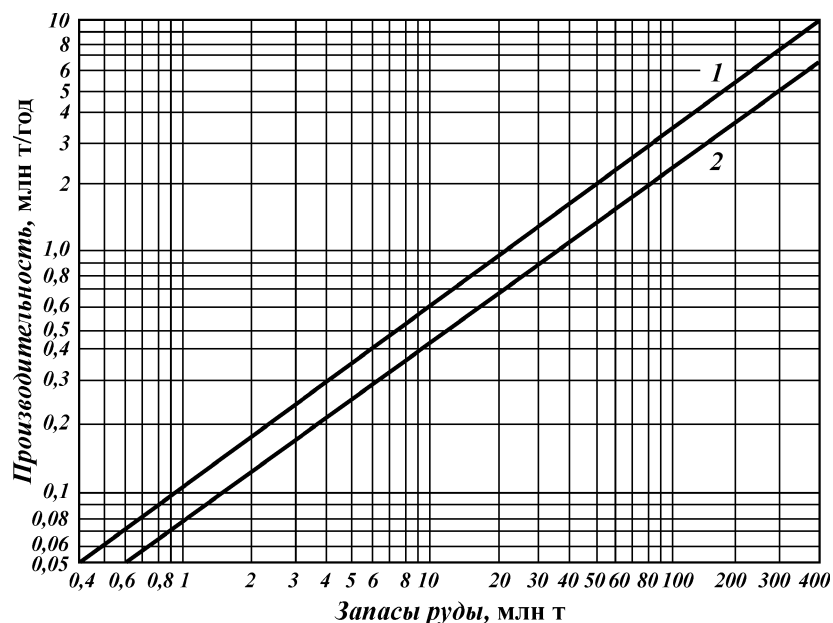


Рис. 1.7. Номограмма для определения экономической целесообразности годовой производительности рудника при легких (1) и сложных (2) условиях разработки. По А.О. Баранову

всей площади полезного ископаемого на месторождении, м/год; S - площадь полезного ископаемого на месторождении, м²; γ - объемная масса полезного ископаемого, т/м³; K_n - коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр; K_p - коэффициент разубоживания сырья при добыче.

Значение среднего годового понижения V зависит от способа отработки, размера шахтного поля или карьера, этажности выемки и др. Выбор этого значения, с учетом указанных факторов, производится методом аналогии с предприятиями, действующими в сходных условиях. При этом могут использоваться обобщенные данные (по М.И. Агошкову), приведенные в табл. 1.4.

Максимальные из указанных в табл. 1.4 значения годового понижения рекомендуется выбирать для месторождений с небольшой мощностью и простой морфологией рудных тел, а минимальные - для мощных залежей сложной морфологии.

В зависимости от углов падения и мощности залежей к выбранным по табл. 1.4 значениям годового понижения следует применять поправочные коэффициенты (табл. 1.5).

Таблица 1.4

Подземный способ		Открытый способ	
Размеры шахтных полей и способ выемки	Годовое понижение, м	Размер карьеров	Годовое понижение, м
Очень крупные: одноэтажная двухэтажная	8-15 10-20	Очень крупные ($>5 \text{ км}^2$)	3-10
Крупные: одноэтажная двухэтажная	12-22 15-25	Крупные ($2-5 \text{ км}^2$)	5-12
Средние: одноэтажная двухэтажная многоэтажная	15-25 18-30 20-40	Средние ($0,5-2 \text{ км}^2$)	7-15
Мелкие: одноэтажная двухэтажная многоэтажная	18-30 22-45 30-60	Мелкие ($<0,5 \text{ км}^2$)	10 и более

Усредненные данные, учтенные М.И. Агошковым при составлении табл. 1.4 и 1.5, относятся к 70-м годам XX в. Можно полагать, что в настоящее время в связи с совершенствованием технологии добычи указанные значения годового понижения должны быть несколько повышены, особенно на открытых работах (на 10-20 %).

Определение годовой производительности по условиям развития очистных работ может применяться для месторождений различного залегания. Годовая производительность рассматривается как функция числа одновременно действующих забоев в пределах выемочной единицы (блока), числа выемочных единиц (блоков) и организации работ (длительности проходческих циклов, количества смен в сутки и рабочих дней в году) [7, 14].

На открытых работах при добыче прямой экскавацией годовая производительность карьера может быть оценена также *по производительности используемых экскаваторов*.

Таблица 1.5

Угол падения залежи, градус	Поправочный коэффициент	Мощность залежи, м	Поправочный коэффициент
90	1,2	До 5	1,25
60	1,0	5-15	1,0
45	0,9	15-25	0,8
30	0,8	25	0,6

По существу, производительность при этих способах определяется прямым расчетом, т.е. наиболее точно. Однако исходная информация в этом случае должна позволять однозначно выбирать систему отработки, размер выемочных единиц, технологию выемки и условия организации работ. Поэтому данный способ может в основном использоваться уже на стадии составления технического проекта.

Производительность горнодобывающих комплексов обычно определяется производительностью добывающего производства, а мощности перерабатывающих производств (обогачительных фабрик) - по уровню добычи. Однако в тех случаях, когда новое горное предприятие проектируется с расчетом поставки сырья на действующее перерабатывающее предприятие, расширять которое представляется нецелесообразным, мощность добычного предприятия может выбираться по уровню свободной мощности перерабатывающего.

2. **Éä ÄÇÄ** **é ë é ÅÖç ç é ë íà ùä é ç é à à ä à** **à à ç ÖêÄã ú ç é -ë õ êúÉÇé â** **é TêÄëã à**

2.1. **éíèìáíìéÄ Éé ê ç é Ñé Åö ÇÄù ô à ï ä é à è ã Öä ë é Ç**

Целью функционирования предприятий минерально-сырьевой отрасли является добыча полезных ископаемых, получение товарных продуктов и реализация их потребителям [2, 14].

В зависимости от вида сырья и производимого товарного продукта предприятия минерально-сырьевой отрасли могут включать:

- только горное производство (карьер, шахтный комплекс), непосредственно реализующее добываемое минеральное сырье;
- горное и перерабатывающее (обогащительное) производства, связанные единством технологического цикла получения реализуемого товарного продукта;
- горное, обогащительное и металлургическое (химическое) производства, связанные единством организационной и управленческой структуры, нацеленной на реализацию конечного продукта наиболее глубокой степени переработки.

Чем более глубокой переработке подвергается добытое из недр минеральное сырье, тем выше цена получаемого товарного продукта. Так, в металлургии, приняв цену сырой руды или концентрата за 100 %, мы получим примерно следующие относительные цены на продукты дальнейшей переработки (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Металл	Цена 1 т различных товарных продуктов, %			
	сырая руда	концентрат	металл	
			черновой	чистой
Железо	100	180-190 (окатыши)	2800-3000 (чугун)	≈20 000 (сталь)
Медь	-	100	-	>1500 (рафинированная)
Алюминий	100 (боксит)	180-200 (глинозем)	-	>1200 (слитки)
Никель	-	100	300 (штейн)	≈1000
Олово	-	100	-	1500

Как видно из таблицы, цена продуктов переработки может превышать цену исходного сырья более чем в 10 раз, причем разница цен больше для относительно распространенных металлов и меньше – для редких. Обычно на завершающих стадиях общего производственного цикла, там где получается свободно обращае-мый высоколиквидный конечный продукт (металл), образуется и большая часть совокупной прибыли. Однако углубленная перера-ботка требует введения дополнительных технологических ступе-ней и создания соответствующих производственных структур, а следовательно, дополнительных инвестиций. Размер таких инве-стиций возрастает от низших технологических ступеней к выс-шим. Так, в черной и цветной металлургии вложения, необхо-димые для создания металлургических заводов, обычно много-кратно превышают вложения в строительство отдельных рудни-ков, и такие заводы создаются как региональные перерабатываю-щие центры.

При решении вопроса об освоении нового месторождения кон-кретному предпринимателю обычно приходится ориентироваться на существующие металлургические заводы, а иногда и на суще-ствующие обогатительные комплексы, принимая, что конечными продуктами его собственного производства будет концентрат или даже сырая руда.

В странах СНГ начавшаяся после распада СССР привати-зация сопровождалась не всегда оправданной дезинтеграцией горно-металлургических и других подобных комплексов, ранее сущест-вовавших в рамках отраслевых министерств. При этом обосо-бившиеся мелкие предприятия во многих случаях обанкротились и прекратили существование. В последнее время наметилась тенденция к восстановлению прежних связей уже в иных органи-зационных формах (акционерные общества, холдинги и др.). (См. также раздел 2.6.)

2.2. **è é ç ü í à Õ Èé ê ç é â ê Õç í õ**

Чем богаче и доступнее месторождение полезного ископаемого, тем меньше затраты труда на его разработку и получение товар-ной продукции. Предприятия, эксплуатирующие различные по природным особенностям месторождения, изначально находятся в различных экономических условиях. Дифференциация условий производства в горной отрасли с развитием технического про-гресса не только не исчезает, но часто даже усугубляется, по-скольку к естественным различиям условий труда добавляется различие в уровне эффективности средств, вкладываемых в техни-

ческие усовершенствования. Как правило, внедрение технико-технологических усовершенствований на лучших месторождениях обеспечивает и более высокую эффективность затрачиваемых на это средств [5].

В каждый момент времени для удовлетворения потребностей в каком-либо минеральном сырье на рынке складывается некоторая система производителей, каждый из которых, эксплуатируя свое месторождение, находится в разных условиях. При этом существует некоторое наихудшее по таким условиям предприятие, продукция которого тем не менее находит спрос на рынке, а получаемая выручка позволяет покрыть производственные издержки и получить некоторую минимальную прибыль, делающую возможным его выживание. Все остальные функционирующие предприятия, находясь в лучших условиях, получают некоторую избыточную прибыль, дифференцированную в зависимости от этих условий. Однако худшее предприятие продолжает существовать, ибо без него имеющийся спрос не покрывается [3, 5, 14].

Доля избыточной прибыли, получаемая предприятиями, эксплуатирующими лучшие по природным условиям месторождения, относительно худшего из действующих, называется горной рентой.

Горную ренту, т.е. дополнительную прибыль, получаемую некоторым конкретным производителем за счет того, что эксплуатируемое им месторождение лучше, чем худшее из используемых, рассчитать практически невозможно, так как на экономические показатели предприятий совокупное влияние оказывают и природные особенности месторождений, и различия используемых технологий добычи, и условия финансирования, и некоторые другие факторы. Однако получение прибыли, определяемой уровнем горной ренты, как бы гарантируется предпринимателю уже при получении прав на эксплуатацию месторождения независимо (в известной, конечно, мере) от эффективности используемых им технологий и организации работ. Приобретение прав на эксплуатацию месторождения с лучшими природными особенностями (т.е. с повышенной горной рентой) - один из главных залогов успеха в горном бизнесе, и за такие права всегда идет острейшая конкурентная борьба, нередко затрагивающая даже политическую сферу.

Ниже приведены пределы колебания условий и технико-экономических показателей, характеризующих добычу железных руд на различных месторождениях стран СНГ в середине 1990-х гг. [5]:

Глубина карьеров, м.....	13 - 345
То же шахт, м.....	199 - 1390
Коэффициенты вскрыши на карьерах, м ³ /т.....	0,09 - 14,2
Мощность рудных залежей, м.....	2-5 - 1000
Содержание железа общего, %.....	14,8 - 61,8

Расстояние перевозки до потребителя, км.....	6 - 1559
Среднегодовая производительность труда, т/чел.	10 056 - 32 105
Себестоимость, усл. ед.	1,0 - 13,0
Рентабельность производства, %	0,87 - 53,0

По размаху приведенных показателей рентабельности можно заключить, что рентный доход на лучших месторождениях в данной системе составлял весьма значительную величину. Такое же положение характерно практически для всякой системы производителей любой другой минерально-сырьевой продукции.

Возможность обращения в прибыль горной ренты является весьма привлекательной чертой бизнеса в минерально-сырьевой отрасли. Эта возможность обеспечивает относительно высокую прибыльность горных предприятий, особенно эксплуатирующих лучшие месторождения.

2.3. *Экономика горного предприятия в значительной степени определяется природными особенностями эксплуатируемых месторождений и районов проведения работ [2, 3, 5].*

Зависимость достигаемых экономических показателей освоения от природных особенностей объектов труда (горной ренты) является важнейшей особенностью экономики горнодобывающих предприятий.

Еще одна отличительная черта таких предприятий связана с невозможностью запасов месторождений полезных ископаемых и ограниченностью срока их отработки.

С исчерпанием запасов исчезает и источник дохода предпринимателя. При этом основные остаточные фонды горных предприятий (шахты, надшахтные комплексы, обогатительные фабрики и другие сооружения) практически невозможно ни использовать далее, ни репрофилировать, ни продать. Таким образом, после исчерпания запасов или при досрочном прекращении добычных работ по каким-либо другим (экономическим, технологическим) причинам возможности получения доходов практически оказываются исчерпанными. Более того, ликвидация горных предприятий очень часто сопряжена с необходимостью дополнительных и уже безвозвратных затрат на восстановление нарушенной природной среды.

Устойчивый развивающийся бизнес в минерально-сырьевой отрасли возможен только при постоянном обновлении фонда используемых месторождений. Соответственно необходимо постоянно вкладывать средства в геологоразведочные работы по выявлению новых месторождений и их оценку, нести расходы по приобретению прав на эксплуатацию и доизучение известных резерв-

ных объектов и т.п. Суммарная величина средств, направляемых компаниями на развитие сырьевой базы, в зарубежных горнопромышленных странах весьма велика. Так, в Австралии среднегодовые суммарные инвестиции в геологоразведочные работы в конце XX в. составляли около 2000 млн дол., в том числе 800 млн дол. в нефтегазовой отрасли [18]. В бывшем СССР в 1980-е гг. ассигнования на геологоразведочные работы превышали суммарный объем капитальных вложений в металлургические отрасли.

За рубежом вложения компаний в геологоразведочные работы обычно стимулируются исключением этих затрат из налогооблагаемой прибыли. В России действует система отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы, включаемых в себестоимость продукции.

Таким образом, второй особенностью экономики минерально-сырьевой отрасли является *необходимость постоянного вложения части (нередко весьма значительной) получаемых доходов в дальнейшее развитие минерально-сырьевой базы, без чего эта отрасль обречена на быстрый регресс.*

Отработка месторождений полезных ископаемых обычно проводится так, что их лучшие части срабатываются в первую очередь. В процессе эксплуатации постоянно возрастает глубина отработки, увеличивается трудоемкость, нередко снижается содержание ценных компонентов в рудах и т.п. С другой стороны, все более трудным оказывается выявление новых месторождений, а открываемые месторождения как бы постоянно “смещаются” в мало освоенные районы или более глубокие горизонты земной коры. Научно-технический прогресс, являющийся в других отраслях основным фактором непрерывного возрастания эффективности производства, в минерально-сырьевой отрасли оказывается в значительной степени направленным на компенсацию отрицательных тенденций, связанных с постоянным ухудшением свойств объектов труда. Этой компенсации удается достичь не всегда.

Поэтому третьей особенностью горных предприятий является *необходимость постоянной борьбы за сохранение рентабельности в условиях тенденции к росту производственных издержек во времени.*

2.4. é ë é Å Öç ç é ë í à èõ ç ä é Ç à à ç ÖèÄã úç é -ë õ éúÖÇéâ è é é Ñìã ñ à à

Экономическая теория рассматривает рынок как отношения производителей продукта (продавцов) и его потребителей (покупателей) [3,14].

В зависимости от числа производителей и потребителей продукции, вступающих в рыночные отношения, выделяются следующие модели рынков (табл. 2.2).

В условиях рынка чистой конкуренции стандартизованная продукция выпускается множеством производителей и находит множество потребителей. Цена на продукцию в условиях такой модели рынка устанавливается под воздействием спроса и предложения и не зависит от действий отдельных производителей. Новый производитель может легко войти в рынок и также легко быть вытеснен с него.

В условиях рынка чистой монополии поставщиком некоего уникального продукта является единственный производитель, который диктует потребителям свою цену.

Олигопольный рынок отвечает ситуации, в которой продукт производится ограниченным числом производителей (обычно не более нескольких десятков), каждый из которых вынужден координировать свои цены с ценами других производителей. Цены на олигопольном рынке обычно относительно устойчивы.

Наконец, рынком чистой монополии называется рынок, в котором на продукцию имеется единственный потребитель, диктующий цену со своей стороны.

Минеральное сырье обычно является продуктом, используемым для производства новых товаров и услуг, и в качестве его потребителей обычно выступают другие предприятия-производители. В торговле некоторыми видами минерального сырья широкое участие принимают также различные посреднические и брокерские фирмы. Число предприятий, выступающих в качестве потребителей данного вида минерального сырья, может быть любым – от практически бесконечно большого до единицы.

С другой стороны, количество производителей минерально-сырьевой продукции обычно ограничено либо в силу природной редкости источников этого сырья (месторождений), либо (для распространенных видов) в силу локальности образующихся рынков.

Таблица 2.2

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

Реальные условия реализации продукции, складывающиеся для тех или иных конкретных производителей сырьевых материалов, могут быть весьма разнообразными и соответствовать различным рыночным моделям.

Так, на рынке газа в России монопольное положение занимает компания “Газпром”, однако на рынке нефти действует уже несколько компаний.

Мировой рынок нефти при в целом олигопольном характере в значительной мере (50 %) контролируется странами Ближнего Востока и Латинской Америки, образующими организацию стран - экспортеров нефти (ОПЕК). Снижая или увеличивая собственную добычу, эти страны способны сильно влиять на мировые цены.

Рынок газа отличает особенность транспортировки этого сырья потребителям в основном по трубопроводам, благодаря чему монопольное положение на нем может занимать компания - владелец действующей транспортной системы (частично это проявляется и для нефти).

Мировой рынок алмазов практически монополизирован компанией “Де Бирс”, причем для предприятий, добывающих алмазы, эта компания выступает в качестве монопольного потребителя, а для предприятий, обрабатывающих это сырье, - в качестве монопольного поставщика.

В алюминиевой промышленности, где основные затраты связаны с металлургическим циклом, производство наиболее эффективно в районах с дешевой гидроэлектроэнергией. Алюминиевые заводы в районе каскада Ангара-Енисейских ГЭС в России в значительной мере определяют монополичный характер российского рынка алюминиевого сырья.

Отдельные виды минерально-сырьевой продукции остро дефицитны, и их сырьевые источники часто оказываются монопольными (например, стронциевое сырье в системе СНГ). В то же время некоторые виды пока слабо используются промышленностью и их рынки в отдельных регионах ближе к монополической модели (цеолиты).

В большинстве случаев минеральное сырье представляет собой продукты стандартизованного качества. Хотя эти стандарты не всегда являются жесткими, допускают различную сортность и т.п., однако потребительская ценность продукции разных производителей в большинстве случаев все же близка или регулируется системой оплаты (оплата за металл в концентрате, штрафы за вредные примеси). Поэтому цена, запрашиваемая производителем, является для потребителя главным фактором, определяющим привлекательность товара.

Для нестандартизованных сырьевых материалов могут существовать неценовые показатели товарной привлекательности продукции. Подобное положение особенно характерно для таких специфических видов сырья, как ювелирные камни и самоцветы, облицовочный материал и некоторых других, т.е. для сырья, качество которого может определяться такими нестандартизируемыми понятиями, как мода и красота. Спрос и цена на такую продукцию могут в значительной степени зависеть от рекламы.

В некоторых случаях минеральное сырье может представлять собой совершенно уникальный продукт. Однако в силу разных причин этот продукт отнюдь не обязательно может пользоваться широким спросом. В таких случаях перед предпринимателем может встать задача маркетинга возможных областей применения сырья и рекламирования его использования.

2.5. ОСОБЕННОСТИ КОНКУРЕНЦИИ В ГОРНОМ БИЗНЕСЕ

В отраслях обрабатывающей промышленности, особенно ориентированной на массового потребителя, предприятие, сумевшее каким-то образом снизить свои производственные издержки и увеличить прибыль, обычно стремится к завоеванию рынка. Имея излишки прибыли, такое предприятие направляет их на развитие производства, увеличивает выпуск продукции и, при неизменном спросе, вытесняет с рынка производителя с более высоким уровнем издержек. В этом заключается, так сказать, классический механизм конкуренции.

Однако в горной отрасли возможности развития и совершенствования производства обычно технологически ограничены. Попытки увеличить объем производства, с одной стороны, сокращают срок существования предприятия за счет преждевременной сработки запасов месторождений, а с другой, могут повлечь за собой рост себестоимости. Поэтому преуспевающее, высокорентабельное горное предприятие обычно не проявляет стремлений к увеличению объема производства, да и технологически часто не способно к этому [14].

Вместе с тем, новое предприятие, вступающее в сложившийся рынок, реально может вытеснить с него только тех производителей, объем производства у которых меньше или близок к его собственному.

Таким образом, конкурентоспособность горных предприятий определяется двумя факторами: уровнем издержек (как во всех про-

чих отраслях) и оптимальным объемом производства. Оба этих показателя в свою очередь обусловлены прежде всего горно-геологическими и географо-экономическими особенностями эксплуатируемых месторождений.

Следует отметить, что реальное появление на рынке нового производителя минерально-сырьевой продукции происходит не с открытием нового месторождения, а только после создания на нем добывающего предприятия. Это создание может в силу некоторых причин сдерживаться, поскольку интересы отдельных предпринимателей, крупных фирм и правительств стран, на территориях которых располагаются месторождения, не всегда совпадают.

Для предпринимателя месторождение прежде всего источник прибыли, а прибыль, которую можно получить сегодня, для него всегда ценнее возможной прибыли в будущем, даже если предполагается, что ее абсолютная величина будет выше. Руководствуясь этим, предприниматель всегда заинтересован в скорейшем, немедленном освоении объекта. Однако если в качестве предпринимателя выступает крупная компания-монополист, ее взгляд на месторождение может оказаться иным. Для такой компании месторождение тоже источник прибыли. Однако общая прибыль компании, которая уже является владельцем нескольких действующих предприятий на подобных объектах, в значительной мере определяется сложившимся равновесием спроса-предложения и действующей ценой. Ввод нового месторождения в эксплуатацию изменит это равновесие, а значит, понизит цену. При этом вполне вероятно, что добавочная прибыль от эксплуатации нового объекта не компенсирует потерь, которые компания понесет от падения цен. В такой ситуации компания постарается задержать освоение нового месторождения до тех пор, пока исчерпание запасов действующих предприятий не создаст определенный дефицит предложения, в условиях которого ввод нового объекта может быть осуществлен при стабильных или даже растущих ценах.

Рассматриваемая ситуация, естественно, может возникнуть только в относительно небольших рыночных системах, где появление на рынке одного нового производителя может существенно поменять соотношение предложения и остающегося постоянным спроса.

Для правительства страны, на территории которой расположено месторождение, на решение вопроса о его освоении будет влиять несколько факторов. Месторождение в этом случае также источник дохода, поскольку, если предприниматель (компания) будет его разрабатывать, то в государственный бюджет будут по-

ступать дополнительные налоговые отчисления. Однако для правительства при государственной собственности на недра целесообразность расходования фонда недр, т.е. добычи сырья, должна увязываться со стратегическими целями, социальными и экологическими последствиями и т.д. Правительство обычно также заинтересовано в проведении на внутреннем рынке антимонопольной политики, и на его решение может повлиять структура производства продукции до и после освоения нового объекта [3, 14].

С учетом всех этих факторов правительство может предоставить предпринимателю право эксплуатации или отказать, оговорить это право теми или иными условиями и т.п. Таким образом, в условиях рынка, но при государственной собственности на недра (что свойственно большинству развитых стран) государство в лице правительства осуществляет управление недрами как национальным достоянием, что оказывает влияние на рынок [8, 14, 17].

2.6. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Горное предприятие представляет собой систему, состоящую из комплекса средств производства, связанных единством технологического процесса, и коллектива людей, связанных общими социально-экономическими отношениями и интересами. В целом это микроэкономическая система с завершенным воспроизводственным процессом [3].

Важнейшей характеристикой предприятия является степень его экономической свободы (самостоятельность).

Полная экономическая свобода на базе частной собственности проявляется в следующем:

1) в самостоятельности распоряжения выпускаемой продукцией и полученной прибылью, установления цен на продукцию, уровня заработной платы, а также выбора партнеров;

2) экономической ответственности за результаты своей деятельности, вплоть до банкротства;

3) наличии наряду с общей целью (достижение максимальной прибыльности) локальных целей (обеспечение выживаемости, завоевание рынка и пр.).

Относительная экономическая свобода на базе муниципальной или государственной собственности характеризуется:

1) ограниченной экономической самостоятельностью, регламентируемой курирующим ведомством;

2) ограниченной ответственностью при наличии государствен-

ной поддержки в виде дотаций, субсидий, льгот в налогообложении и др.;

3) подчинением цели производства экономическим интересам государства.

Все предприятия, как государственного, так и частного секторов экономики, функционируют в рамках действующей системы правовых отношений (см. гл. 9) и имеют организационную форму, определяемую действующими юридическими нормами.

Основными организационными формами предприятий минерально-сырьевого комплекса в России являются:

Хозяйственные товарищества и общества - коммерческие организации, уставный капитал которых образован долевыми вкладами учредителей (участников). Участниками хозяйственных товариществ и обществ могут быть граждане и юридические лица.

Хозяйственные товарищества могут быть полными или командантными.

В *полных товариществах* все участники несут ответственность по обязательствам товарищества принадлежащим им имуществом. Прибыль и убытки товарищества распределяются между членами пропорционально их долям в складочном капитале.

В *командантных товариществах* часть участников (командантов) не принимают участие в хозяйственной деятельности и отвечают по обязательствам товарищества только в пределах сумм своих вкладов.

Хозяйственные общества могут быть с ограниченной или дополнительной ответственностью.

В *обществах с ограниченной ответственностью* все участники отвечают по обязательствам общества только в пределах стоимости своих вкладов в совокупный уставный капитал.

В *обществах с дополнительной ответственностью* участники несут по обязательствам общества субсидарную ответственность, отвечая всем своим имуществом, но в размере, кратном стоимости вкладов в уставный капитал.

Акционерные общества имеют уставный капитал, разделенный на определенное число акций. Владельцы акций (акционеры) не несут ответственности по обязательствам общества и разделяют риск убытков только в пределах стоимости принадлежащих им акций.

Акционерные общества могут быть закрытыми или открытыми.

Открытое акционерное общество проводит на свои акции открытую подписку, ежегодно публикует для всеобщего сведения годовой отчет и бухгалтерский баланс, отчет о прибылях и убыт-

ках. Акционеры общества вправе свободно распоряжаться своими акциями.

Закрытые акционерные общества распространяют свои акции среди определенного круга лиц, а его члены заключают между собой договор, определяющий порядок осуществления ими своей деятельности. Акции такого общества могут обращаться только среди его членов, а число привилегированных акций не должно превышать 25 %.

Производственный кооператив (артель) представляет собой добровольное объединение граждан с целью совместной хозяйственной деятельности. Члены кооператива принимают личное трудовое и иное участие в его деятельности и вносят в его капитал имущественные паевые взносы.

Унитарное предприятие является коммерческой организацией, не наделенной правами собственности на закрепленное за ним имущество. Эту форму могут использовать только государственные или муниципальные предприятия, имущество которых является государственной или муниципальной собственностью. Различают унитарные предприятия, основанные на *праве хозяйственного ведения* и на *праве оперативного управления (федеральные казенные предприятия)*.

Первые из них создаются по решению уполномоченного государственного органа или органа местного самоуправления. Собственник имущества при этом не отвечает этим имуществом по обязательствам общества.

Вторые могут быть созданы только по решению Правительства РФ, причем государство несет субсидарную ответственность по обязательствам казенного предприятия.

Современные горные предприятия часто являются сложно организованными агломератами отдельных самостоятельных предприятий, связанных между собой системой участия.

Система участия есть система многоступенчатого подчинения одних предприятий другим путем участия в акционерном капитале. Акционерное предприятие (компания), уступившая контрольный пакет своих акций другой компании, становится ее дочерней компанией, а компания, приобретшая такой пакет, - головной компанией. Компания, имеющая контрольные пакеты нескольких дочерних компаний, называется холдинговой, или холдингом.

В свою очередь, дочерние компании могут приобретать контрольные пакеты некоторых третьих компаний, которые по отношению к головным холдингам становятся внучатыми и т.д. Таким образом могут создаваться сложные многоуровневые системы компаний, называемые корпорациями. Дочерние, внучатные

(и т.д.) компании корпораций могут быть не связаны никакими производственными функциями ни с головной компанией, ни друг с другом. Являясь в правовом и хозяйственном отношении самостоятельными единицами, они, однако, оказываются связанными в финансовом отношении с головной компанией, которая осуществляет единую для корпорации финансовую политику [3].

Холдинг-компания, являющаяся головной в некоторой корпорации, может приобретать пакеты акций других корпораций и компаний, что приводит к еще большему усложнению системы участия. Головные компании не только держат акции зависимых компаний, но могут заставлять их приобретать свои акции, в результате чего зависимая компания превращается в участника общего капитала корпорации. В целом усложнение системы участия ведет к сближению финансовой сущности таких корпораций с банками.

Как правило, структура современной корпорации включает в себя:

- *"чистый" холдинг* - держатель акционерных портфелей, осуществляющий исключительно общее финансовое руководство;
- *субхолдинги* - холдинги, подчиненные головному, держатели портфелей внучатных и тому подобных фирм;
- *смешанные холдинги* - производственно-финансовые группы, осуществляющие уже не только финансовую, но и производственную деятельность;
- *специализированные акционерные компании*, занятые непосредственно производственно-сбытовой деятельностью.

Процесс образования многоотраслевых фирм называется диверсификацией.

Обычно процессу диверсификации предшествует горизонтальная интеграция, т.е. укрупнение фирм внутри отрасли с созданием корпораций, контролирующих значительную часть общего производства какого-либо продукта. Так, в России в 1997 г. нефтяная компания "Юкос" приобрела контрольный пакет акций "Восточной нефтяной компании" с образованием холдинга, продукция которого возросла сразу на 40 % [3].

Горизонтальная интеграция постепенно дополняется и сменяется вертикальной, при которой начинается проникновение крупных фирм в другие отрасли. В России нефтедобывающие компании приобретают перерабатывающие заводы, транспортные компании, сбытовые сети и т.д. Золотодобывающие компании начинают создавать или приобретают собственные аффинажные заводы и ювелирные фабрики.

Современные крупные горнодобывающие корпорации за рубежом - это, как правило, многоотраслевые структуры, включающие предприятия самого разного профиля, вплоть до предприятий

Таблица 2.3

Место	Компания	Объем реализуемой продукции, млн дол.
1	“Газпром”	>27 000
2	Нефтяная компания “ЛУКойл”	>6000
3	“Росуголь”	≈6000
4	Нефтяная компания “Юкос”	>4700
5	Компания “Сургутнефтегаз”	>4500
6	Сибирско-Дальневосточная компания “Сиданко”	>4000
7	“Норильский никель”	>3000
8	Тюменская нефтяная компания	≈3000
9	“Роснефть”	>2800
10	“Татнефть”	≈2500
11	Новолипецкий металлургический комбинат	≈2300
12	“Северсталь”	≈2300
13	Магнитогорский металлургический комбинат	≈2000
14	Нижнетагильский металлургический комбинат	≈1700
15	“АЛРОСА”	≈1500

розничной торговли, средств массовой информации и т.д. Правительства стран обычно поддерживают процесс диверсификации, так как он ведет к созданию новых рабочих мест.

Диверсификация приводит к возникновению новых организационных структур, таких как концерны и трасты.

Концерн представляет собой союз, в который объединяются предприятия и их объединения одного ведущего направления деятельности при общей финансовой зависимости от головной компании.

Траст - объединение предприятий, создаваемое несколькими головными компаниями специально для диверсификации производства и создания новых рабочих мест.

Крупнейшие горнодобывающие компании России в основном являются концернами, представляющими собой объединения по принципу специализации производства на основе финансовой зависимости от головной организации. Список 15 крупнейших горных и горно-металлургических компаний России на 1999 г. приведен в табл. 2.3 [3].

Как видно из этой таблицы, в такой список входят в основном нефтегазовые компании и предприятия черной металлургии. Из прочих в этот список попадают только “Норильский никель” и “АЛРОСА”.

3

ГЛАВА

ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ГОРНЫХ ПРОЕКТОВ

Освоение месторождений полезных ископаемых как источников минерального сырья требует создания на них горных предприятий. Принятие решений о целесообразности строительства таких предприятий и их проектирование базируются на определенной совокупности исходных данных. Большая часть таких данных получается в результате *геологического изучения недр* [14].

3.1. ОБЩИЙ ПОРЯДОК И СТАДИЙНОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

Месторождения полезных ископаемых выявляются в процессе проведения геологоразведочных работ. Открытие промышленно ценного месторождения требует немалых усилий. Прежде всего необходимо провести общее изучение геологического строения той или иной области и определить вероятность нахождения в недрах тех или иных месторождений. Затем провести на выделенных перспективных участках поиски месторождений с применением различных методов глубинного геофизического и геохимического изучения. В результате поисков обнаруживаются проявления полезного ископаемого, возможную промышленную ценность которых необходимо оценить. В процессе оценочных работ большая часть таких проявлений будет отбракована и лишь единичные из них признаны имеющими промышленное значение. На таких объектах необходимо будет приступить к сбору данных для составления технико-экономического обоснования (ТЭО) освоения, а затем проекта добычного предприятия.

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

Содержание и результаты геологоразведочных работ по стадии-

Таблица 3.1

Схема стадийности изучения недр в Российской Федерации

Этапы и стадии работ				
Этап I Работы общегеологического назначения	Этап II Поиски и оценка месторождений		Этап III Разведка и освоение месторождений	
<i>Стадия 1:</i> Региональное геологическое изучение	<i>Стадия 2:</i> Поисковые работы	<i>Стадия 3:</i> Оценка месторождений	<i>Стадия 4:</i> Разведка	<i>Стадия 5:</i> Эксплуатационная разведка
Объекты изучения				
Геолого-структурные регионы	Бассейны, районы, рудные поля или их части	Проявления полезного ископаемого	Горный отвод	Участок, этаж, блок
Основной результат				
Комплект карт геологического содержания	Оценка перспектив площадей и прогнозных ресурсов категорий P_2-P_3	Оценка перспектив месторождения с подсчетом запасов категории C_2 и ресурсов категории P_1	Подсчет запасов категорий А, В, C_1	Подготовка запасов к выемке
Источники финансирования				
Государственный бюджет, иногда средства недропользователя	Средства недропользователя или бюджет	Средства недропользователя	Себестоимость продукции	

ям регламентируются специальными положениями МПР РФ*. Аналогичные положения действуют в странах СНГ. В горно-промышленных странах с развитой рыночной экономикой официальных регламентирующих документов не выпускается, однако общий порядок изучения недр в принципе является таким же. Близкая к российской схема стадийности геологических исследований разработана ООН и рекомендована для использования развивающимися странами.

Российская схема включает пять стадий (табл. 3.1).

Региональное геологическое изучение недр производится с целью получения комплексной геологической информации, составляющей фундаментальную основу системного геологического изучения территории страны и прогнозирования полезных ископаемых в недрах. Такие работы рассматриваются как информа-

* *Временное* положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям. – М.: изд. Минприроды РФ, 1998.

ционное обеспечение самых различных отраслей хозяйственной деятельности, так или иначе связанных с недропользованием: геологоразведки, горного производства, мелиорации, строительства, природоохранной деятельности, прогноза геологических катастроф (землетрясений, вулканических извержений, селей, оползней, обвалов и т.д.) и др.

При региональном геологическом изучении проводится комплекс геологических (в том числе геологическое аэрокосмофотодешифрирование), геофизических, геохимических, гидрогеологических, инженерно-геологических, эколого-геологических исследований, производится бурение опорных (включая сверхглубокие) скважин, выполняются мониторинг геологической среды и работы по прогнозу землетрясений. Работы по региональному геологическому изучению могут выполняться на суше, на континентальном шельфе и в экстерриториальных зонах мирового океана, а также в Антарктиде.

Основным информационным документом, составляемым по результатам регионального геологического изучения, является геологическая (или специализированная) карта. Масштабы таких карт в России стандартизованы: 1:1 000 000 (1:500 000), 1:200 000 (1:100 000) и 1:50 000 (1:25 000). Карты масштабов от 1:1 000 000 до 1:200 000 относятся к государственным. Соответственно работы по региональному геологическому изучению, связанные с составлением таких карт, рассматриваются как государственные съемки и выполняются за счет бюджетных ассигнований по специальному плану полистно в принятой номенклатуре топографических планшетов.

Работы масштаба 1:50 000 (1:25 000) проводятся с целью выявления локальных площадей и структур, перспективных для обнаружения месторождений различных полезных ископаемых, или в природоохранных целях.

При геологосъемочных работах этого масштаба изучаются участки распространения прямых или косвенных признаков месторождений полезных ископаемых, устанавливается геологическая природа геохимических или геофизических аномалий, выделяются или уточняются границы перспективных геологических зон, площадей, участков и т.п. Эти работы могут выполняться как за счет госбюджета, так и по заказам недропользователей.

Поиски месторождений полезных ископаемых проводятся с целью выявления прямых признаков (проявлений) полезных ископаемых. Поиски могут выполняться в масштабах от 1:200 000 до 1:10 000 в зависимости от вида полезного ископаемого, типа месторождений, размера перспективных площадей и т.д. Границами площадей поисковых работ, как правило, являются

границы выделенных при региональном геологическом изучении перспективных зон (участков), независимо от их положения на топографических планшетах.

Комплекс поисковых исследований может включать геологические, геофизические и геохимические исследования, поисковое дешифрирование аэрокосмофотоматериалов, вскрытие определенных горизонтов, коренных пород или перспективных структур (пластов) на глубине буровыми скважинами или горными выработками (канавы, шурфы).

Рациональный комплекс методов формируется на основе имеющегося опыта с учетом геологического строения районов, вероятных признаков искомых месторождений и ландшафтно-географических условий территорий.

По результатам поисков дается общая оценка перспектив изученной площади в отношении возможных масштабов развития полезных ископаемых (оценка прогнозных ресурсов).

Как правило, поисковые работы выполняются за счет средств инвесторов, заинтересованных в выявлении новых месторождений конкретного вида сырья в данном конкретном районе на условиях риска.

Оценка месторождений* проводится с целью определения возможности их использования в качестве промышленных источников минерального сырья.

При проведении оценочных работ, прежде всего методами геологической съемки в крупном масштабе (1:25 000 - 1:1 000), осуществляется оконтуривание месторождения в плане. Как правило, такая съемка опирается на детальное вскрытие полезного ископаемого в коренном залегании горными выработками (канавы, шурфы) и скважинами. Протяженность тел полезного ископаемого на глубину оценивается преимущественно скважинами до горизонтов, экономически целесообразных для отработки. При оценке месторождений сложного строения в условиях расчлененного рельефа для вскрытия месторождений на глубине могут использоваться штольни.

Все вскрытые выходы полезного ископаемого подвергаются опробованию с анализом на все основные и попутные компоненты. По лабораторным испытаниям предварительно оцениваются условия переработки сырья и получения товарной продукции. Выполняется изучение горно-технических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий отработки месторождений в объеме,

* Название стадии "оценка" представляется не совсем удачным, так как возникает путаница с термином "оценка" применительно к технико-экономическим расчетам. Ранее соответствующая стадия именовалась "предварительной разведкой", а последующая – "детальной разведкой".

достаточном для обоснования способа отработки и вскрытия, оценки водопритоков в горные выработки, определения источников водоснабжения предприятий и др.

Собираются и систематизируются сведения по оценке экологических условий отработки и ее влиянию на природную среду.

В результате работ оцениваются запасы полезного ископаемого в недрах и представляется исходная информация для технико-экономических расчетов по определению целесообразности и очередности промышленного освоения месторождения.

По результатам оценочных работ и соответствующих технико-экономических расчетов принимается решение о переходе к разведке месторождения с последующим вовлечением его в эксплуатацию.

Разведка месторождений проводится с целью получения исходных данных для составления технического проекта освоения месторождения в целом или его участка, выделяемого под освоение первой очереди.

Объектом исследований является месторождение или его часть, закрепленная за пользователем в виде горного отвода оформленной лицензией. Разведка может проводиться также в процессе освоения месторождения с целью расширения сырьевой базы действующего предприятия. Между работами по подготовке к освоению и по расширению имеющейся базы нет регламентированных временных и пространственных границ, если это не оговорено в лицензии.

При разведочных работах завершается изучение геологического строения месторождения с поверхности и осуществляется детальное изучение формы, размеров и условий залегания тел полезного ископаемого на глубине в объеме недр, соответствующем первой очереди отработки с оценкой запасов полезного ископаемого в них. Оцениваются также общие масштабы запасов месторождения с точностью, отвечающей минимизации экономического риска. Кроме того, собирается геологическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая и технологическая информация, необходимая для выполнения технико-экономических расчетов по проектированию.

По результатам разведки составляется отчет с подсчетом запасов, подлежащий государственной экспертизе.

Эксплуатационная разведка проводится в течение всего времени эксплуатации месторождения и представляет собой комплекс геологического обслуживания добычных работ для целей перспективного и текущего планирования и управления процессом добычи, а также контроля за полнотой использования недр.

В процессе эксплуатационной разведки ведется учет движения

Таблица 3.2

Стадии геологического изучения недр по схемам, принятой в России и рекомендованной ООН

Стадия		Объект изучения	Цель изучения
Россия	ООН		
1. Региональное геологическое изучение	Recognaissance (рекогносцировка)	Геологические области, районы	Системное геологическое изучение и составление карт
2. Поисковые работы	Prospecting (поиски)	Перспективные зоны, структуры, бассейны, районы, рудные поля и их части	Выявление месторождений
3. Оценка месторождений	General exploration (общие исследования)	Месторождение	Оценка целесообразности освоения
4. Разведка	Detailed exploration (детальные исследования)	Месторождение (горный отвод) или его часть	Подготовка к освоению и добыче
5. Эксплуатационная разведка			

погашаемых и приращиваемых запасов, потерь и разубоживания сырья при добыче. Материалы по движению запасов, добыче, потерям и обеспеченности запасами передаются в установленном порядке в соответствующие фонды.

Близкие схемы стадийности применяются и в других странах. В табл. 3.2 показана схема стадийности, рекомендованная ООН, в сопоставлении с принятой в России.

3.2. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Геологическое изучение месторождений полезных ископаемых как объектов возможного промышленного использования направлено на решение двух основных задач:

- установление распределения полезного ископаемого и ценного компонента в недрах и построение пространственной модели месторождения;
- определение объема недр, занимаемого полезным ископаемым, и характеристик его качества в этом объеме.

Положение полезного ископаемого определяется по результатам вскрытия недр *техническими средствами*, включающими горные выработки и буровые скважины в сочетании с геофизи-

ческими исследованиями. Скважины и горные выработки располагают таким образом, чтобы получить равномерную пространственную сеть полных пересечений тела полезного ископаемого по направлению, близкому к его мощности.

Чем ближе расположены такие пересечения (т.е. чем меньше зона интерполяции положения полезного ископаемого в пространстве), тем более достоверной будет отстраиваемая модель и меньше возможные ошибки в оценке качественных характеристик месторождения. Однако чем ближе расположены пересечения, тем больше их требуется для изучения одного и того же объема, а следовательно, больше затраты на оценку (разведку). Необходимая и достаточная плотность разведочной сети достигается опытным путем, с заверкой полученных результатов контрольными пересечениями. При проектировании оценки (разведки) используются усредненные данные, обобщающие опыт разведки аналогичных месторождений (табл. 3.3).

Серия разведочных пересечений, располагающихся в одной плоскости, позволяет построить *разведочный геологический разрез*. На таком разрезе интерполяцией геологических элементов, зафиксированных при изучении обнажений, отражается геологическая структура месторождения.

Разведочный геологический разрез может соответствовать вертикальной плоскости (тогда его так и называют разрезом) или горизонтальной плоскости (в этом случае его называют *планом*).

Система определенным образом расположенных разрезов и планов по существу и является *пространственной моделью месторождения*. Такая модель позволяет наглядно представить его строение, осуществлять проектирование добычных работ и расчет технико-экономических показателей эксплуатации.

Технические средства геологоразведочных работ, которыми, как отмечалось, являются горные выработки, буровые скважины и геофизические исследования, различаются по своим возможностям, информативности и стоимости.

Горные выработки являются наиболее информативным техническим средством, так как позволяют осуществить *визуальные наблюдения* особенностей полезного ископаемого *на месте залегания, инструментально* (маркшейдерским способом) *привязать* эти наблюдения *в пространстве*, с вычислением точных координат любого зафиксированного геологического элемента, а также *отобрать пробы любых размеров и массы*.

Однако проходка горных выработок осуществляется относительно медленно, а их стоимость высока. Кроме того, возможности проходки горных выработок ограничиваются определенны-

Таблица 3.3

Ориентировочная плотность сети разведочных выработок при оценке и разведке различных месторождений

Группа сложно-сти строения	Полезное ископаемое	Вид выработок	Параметры ячейки разведочной сети (в м) для запасов различных категорий			Примеры месторождений
			A	B	C ₁	
Месторождения руд металлов						
Простые	Железные	Скважины	200	400	800	Керченский бассейн Джезказган Талнах
	Медные	То же	75	150	300	
	Медно-никелевые	Горные выработки	100 50–100	20 –	400 –	
	Свинцово-цинковые	То же Скважины	40–50 50	– 100	– 200	Миргалимсай
Сложные	Железные	Скважины	–	100–200	200–400	Лебединское, Михайловское Гайское, Удканское Озерное, Жайремское
	Медные	То же	–	50–100	100–200	
	Свинцово-цинковые	Горные выработки	–	30–40 или непрерывно	–	
		Скважины	–	50	50–100	
	Оловянные	Горные выработки	–	30–40	–	Фестивальное, Пыркайское
Весьма сложные	Железные	Скважины	–	–	50–100	Орско-Халиловское, Казское Космурун, Абастуй Замбарак, Канимансур
		То же	–	–	30–50	
	Свинцово-цинковые	Горные выработки	–	–	30–40 или непрерывно	
		Скважины	–	–	50–60	
	Молибденовые	Горные выработки	–	–	30–60 или непрерывно	Шахматинское
	Ртутные	Скважины	–	–	30–60	
		Горные выработки	–	–	15–30 или непрерывно	Никитовское, Западно-Паянское
Скважины	–	–	40–60			

Продолжение табл. 3.3

Группа сложности строения	Полезное ископаемое	Вид выработки	Параметры ячейки разведочной сети (в м) для запасов различных категорий			Примеры месторождений
			A	B	C ₁	
Месторождения углей						
Выдержанные пласты	Уголь	Скважины: по простиранию по падению	600–800 200–400	400–1200 400–600	До 2000 До 1000	Нерюнгринское
Относительно выдержанные		Скважины: по простиранию по падению	300–400 150–250	400–600 200–300	До 1000 До 500	Саранское, Интинское
Невыдержанные		Скважины: по простиранию по падению	– –	250–300 150–250	До 500 До 300	Бачатское, Огоджинское
Месторождения нерудного сырья						
Выдержанные пласты, сплошные массивы пород	Фосфориты, соли, известняки, доломиты, строительный камень и др.	Скважины	100–200	200–500	До 1000	Хибинская группа (апатиты), Верхнекамское (соли)
Относительно выдержанные пласты, залежи	Асбест, сера и др.	Скважины	50–100	200–400	400–800	Баженовское (асбест)
Невыдержанные пласты, сложные залежи	Огнеупорные глины, стекольные пески и др.	Скважины	25–50	100–200	200–400	Троице-Байновское (огнеупорные глины)
Сложные залежи, жилы	Флюорит, слюдяные пегматиты и др.	Скважины Горные выработки	10–25 25–50	50–100 50–100	100–400 –	Покровско-Киреевское (флюорит), Енское (мусковит)

ми условиями глубинности, устойчивости пород и руд, обводненности и др.

Горные выработки разделяются на *поверхностные* и *подземные*. К поверхностным горным выработкам относятся канавы, траншеи и шурфы, а к подземным - штольни и шахты с комплексом развиваемых из них выработок – штреков, квершлагов, восстающих и пр.

Канавы, траншеи и шурфы используются в основном для вскрытия полезного ископаемого и вмещающих пород в коренном залегании *под наносами*. Их основное назначение при разведке - изучение поверхности и составление *геологической карты месторождения*.

Шахты и штольни используются для вскрытия месторождений полезного ископаемого на глубине. Подземные горные выработки (особенно шахты) обычно используют для разведки месторождений с определившимся промышленным значением и закладывают с учетом дальнейшего использования при эксплуатации.

Буровые скважины представляют собой наиболее широко применяемое техническое средство разведки. Их преимущество - относительная дешевизна и высокая скорость проходки, а недостаток - возможность изучения лишь образцов пород и полезного ископаемого, извлеченных из скважины.

Существуют три основных способа бурения скважин: колонковый, канатно-ударный и роторно-турбинный.

Колонковый способ является наиболее распространенным при разведке твердых полезных ископаемых. При этом способе бурение осуществляют кольцевым забоем и из скважины извлекают *кern*, представляющий собой столбик породы с ненарушенной структурой. Однако в процессе бурения, особенно по слабопрочным породам и рудам, kern часто разрушается, а его выход становится не полным, что снижает информативность скважин и требует принятия специальных мер. Колонковые скважины могут проходиться на глубину до 2000 м под любым углом к горизонту. Однако в большинстве случаев этот способ применяется на глубинах не более 500-700 м и при углах наклона от 60 до 90°. Глубокие скважины часто самопроизвольно искривляются. Колонковые скважины, как правило, бурят малыми диаметрами (76-45 мм). Станки для колонкового бурения, серийно выпускаемые российскими и зарубежными предприятиями, разделяются на типы по глубинам бурения (обычно до 100, до 500 и до 1000 м).

Канатно-ударный способ в основном применяется при разведке россыпных месторождений. При этом способе бурение осуществляется сплошным забоем с периодическим вычерпыванием (желонированием) разрушенного материала. Скважины мо-

гут проходиться только вертикальными при глубине не более 100 м. Однако диаметры бурения обычно большие: от 130 до 230 мм и более, что позволяет отбирать пробы большой массы.

Роторно-турбинный способ применяется исключительно для изучения нефтегазовых месторождений, и для него используются специальные мощные буровые установки. Глубина бурения может достигать нескольких тысяч метров (обычно - 1-3 тыс. м). Диаметры бурения от 200 мм и более. Как правило, бурение осуществляется сплошным забоем, а для отбора образцов используются специальные боковые грунтоотборники. Однако при необходимости с ограниченных участков может производиться отбор керна, диаметром значительно меньшим диаметра бурения. Скважины могут буриться вертикальными, наклонными или направленнo-искривленными. Бурение таким способом можно вести также в водоемах (морях) со специальных платформ.

Изучение месторождений скважинами и горными выработками обычно сопровождается геофизическими методами исследования. Особое значение эти методы приобретают при геологоразведочных работах на нефть и газ.

Геофизические исследования, хотя и являются вспомогательным техническим средством, так как непосредственной геологической информации не дают, но часто позволяют сократить количество необходимых скважин (выработок) или получить весьма ценную дополнительную информацию.

Используемые при оценке и разведке геофизические методы могут быть разделены на *сопровождающие* горные выработки или скважины и частично *заменяющие* их.

К сопровождающим относятся различные геофизические методы исследования скважин (каротаж), геофизические методы опробования полезного ископаемого в горных выработках, а также методы геофизического изучения пространства между скважинами или выработками (радиоволновое просвечивание, электрокорреляция разрезов и др.).

В качестве геофизических исследований, частично заменяющих горные выработки и буровые скважины, могут использоваться различные методы прослеживания тел полезных ископаемых или геологических структур под наносами или перекрывающими породами, а также методы глубинного зондирования, позволяющие расчленять разрез. По возможной глубинности исследований могут быть выделены *методы малой, средней и большой глубинности*.

К глубинным относятся магнитные, гравиметрические, сейсмические и некоторые электрические (ВЭЗ) методы, глубинность которых в принципе неограничена.

К методам средней глубинности принадлежит большинство методов электроразведки (сопротивлений, естественного поля, вызванной поляризации и др.). Глубинность этих методов обычно составляет не более первых десятков метров.

Малой глубинностью (не более 1-2 м) обладают методы измерения естественной радиоактивности пород.

Информация, получаемая с помощью различных заменяющих геофизических методов, всегда уступает по полноте и достоверности информации, получаемой при проходке горных выработок или скважин. Поэтому целесообразность их применения при разведке должна оцениваться прежде всего по возможной экономии от более целенаправленного и эффективного использования горных или буровых средств за счет предварительного выделения тех или иных геологических элементов для вскрытия, а также их прослеживания по разреженной сети пересечений.

Сопровождающие геофизические методы часто дают очень ценную дополнительную информацию и способны частично компенсировать неполноту выхода керна или его пониженное качество при бурении, а также обеспечить корреляцию разведочных пересечений, оценить наличие тел полезного ископаемого между выработками или скважинами и др. Методы электрокаротажа являются обязательными при разведке угольных месторождений, а также при разведке сульфидных руд для уточнения границ угольных пластов и сульфидных залежей. Комплексный каротаж с использованием различных методов обязателен при бурении на нефть и газ.

Геофизические методы опробования полезных ископаемых на месте залегания (ядерно-физические) позволяют оценивать качество руд в естественных условиях.

Вместе с тем, при выборе необходимого комплекса сопровождающих геофизических методов следует избегать дублирования ими друг друга и сопоставлять ценность дополнительной информации с реальными затратами на ее получение.

3.3. ОПРОБОВАНИЕ И АНАЛИЗЫ ПРОБ

Для оценки качественных характеристик твердых полезных ископаемых в скважинах и горных выработках отбираются *пробы*.

Различают три основных вида опробования: рядовое, техническое и технологическое.

Рядовое опробование выполняют с целью определения содержания основных ценных компонентов, *техническое* - с целью

определения некоторых физических характеристик полезного ископаемого (плотность, влажность и др.), а *технологическое* - с целью изучения технологических характеристик сырья (способность его к переработке в товарный продукт).

Рядовое опробование горных выработок обычно производят *борздовым способом*. При этом пробой является материал борозды, вырубаемой или выпиливаемой в обнаженной поверхности полезного ископаемого по направлению, приближенному к истинной мощности тела. Борозда делится на секции длиной от 0,1-0,5 до 1-3 м в зависимости от мощности тел. Материал каждой секции образует единичную пробу. Поперечное сечение борозд обычно составляет от 2×5 до 5×10 см. Наиболее качественно опробование выполняется при выпиливании борозд алмазным инструментом или хотя бы при создании краевых запилов. При отборе проб вырубанием, особенно с применением пневмоинструмента, качество опробования ухудшается. Качество опробования требует специального контроля, если ценный минерал отличается пониженной твердостью и хрупкостью и может избирательно обогащать материал проб.

В скважинах колонкового бурения опробование ведется по керну (обычно раскалыванием или распиливанием его по длинной оси на две части), также с разделением на секции. Качество опробования зависит от полноты выхода керна. При низком выходе (до 70 %) керн считается неподходящим для опробования. На результатах опробования керна может сказываться также избирательное его истирание с потерей более мягких или хрупких компонентов, что требует специального контроля.

В скважинах канатно-ударного бурения опробование ведется путем отбора части извлекаемого рыхлого материала на специальных делителях по рейсам усадки.

Техническое опробование обычно выполняют путем отбора образцов (штуфов) или выемкой целиков полезного ископаемого. Определение плотности часто выполняется также геофизическим методом по поглощению гамма-излучения эталонного источника.

Технологическое опробование при лабораторных испытаниях обычно выполняется по групповым пробам, составленным из навесок, отбираемых из материала дубликатов рядовых проб. При укрупненных лабораторных, полужаводских и заводских испытаниях требуются пробы увеличенной массы (при заводских испытаниях - до тысяч тонн). Отбор таких проб производится при проходке по полезному ископаемому специальных выработок.

При разведке месторождений нефти и газа проводят испытания скважин, с измерениями их *дебитов* и отбирают *пробы нефти (газа)* для изучения их состава и свойств.

Анализы проб производятся с целью выявления качественных характеристик полезного ископаемого. При разведке месторождений металлов и химического сырья определяются содержания полезных и вредных компонентов. При разведке месторождений технического сырья могут устанавливаться также различные физические характеристики - прочностные, электрические, сорбционные свойства, способность к спеканию, вспучиванию и т.д.

При разведке углей определяется содержание летучих компонентов, зольность, теплотворная способность и др.

При анализах химического состава используются различные химические, физические и ядерно-физические методы. Для проведения многих видов анализов существуют специальные серийно выпускаемые аналитические приборы, позволяющие производить измерения и их компьютерную обработку в автоматизированном режиме, с выдачей результатов в виде конечных значений в принятой системе единиц.

По целевому назначению различают следующие виды анализов:

- *рядовые анализы*, производимые в массовом количестве с целью определения в пробах содержания основного ценного компонента;

- *фазовые анализы*, производимые с целью определения в пробах содержания компонента заданной минеральной формы, например оксидного железа (отдельно от железа силикатного), сульфидной меди (а также свинца, цинка и др., отдельно от сульфатной, оксидной или карбонатной минеральных форм) и т.п.;

- *геохимические анализы*, производимые с целью определения в пробах низких содержаний элементов при изучении ореолов рассеяния;

- *силикатные анализы*, производимые с целью определения содержаний основных породообразующих оксидов (SiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O и др.);

- *прецизионные анализы*, производимые с целью особо точного определения содержаний какого-либо компонента;

- *пробирные анализы* на золото, серебро, платиноиды, производимые без потерь анализируемого металла, с накоплением и оприходованием его в чистом виде.

Проведение анализов на основные компоненты руд и пород в России регламентируется специальными инструкциями научного совета по аналитическим методам (НСАМ). Кроме того, все крупные действующие лаборатории подлежат государственной аттестации.

Основными показателями качества анализов являются их точность и правильность.

Точность анализа характеризуется величиной его случайной ошибки (стандартным отклонением результатов в серии повторных определений).

Правильность анализа определяется близостью к нулю его систематической ошибки (отклонением математического ожидания серии измерений от истинного значения).

Для контроля за правильностью и точностью работы аналитических лабораторий проводят систематический *внутренний* и *внешний* геологический контроль, осуществляемый путем повторного анализа зашифрованных проб в основной лаборатории (внутренний контроль) или повторным анализом проб в другой, более квалифицированной лаборатории (внешний контроль).

При производстве анализов руд конкретных месторождений физическими методами рекомендуется составлять специальные эталоны из руд данного месторождения. Такие эталоны, называемые *стандартными образцами состава* (СОС) или *стандартными образцами предприятия* (СОП), могут использоваться не только для эталонирования методов (аппаратуры), но и для контроля работы лабораторий.

3.4. ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Подсчет запасов месторождений производится с целью цифровой оценки количества и качества заключенного в недрах сырья. Однако практический интерес обычно представляют не все возможные запасы, а то их количество, которое может быть добыто с положительным экономическим эффектом. Для обоснования именно такой оценки запасов при их подсчете собирают и систематизируют всю информацию о месторождении, необходимую для выполнения соответствующих технико-экономических расчетов, включая сведения горно-инженерного, технологического и географо-экономического характера. Следует поэтому различать понятия подсчета запасов как совокупности операций по определению количества и качества заключенного в недрах сырья и подсчета запасов как документа, сводящего всю информацию о месторождении (включая цифровые оценки) и служащего основой последующих технико-экономических расчетов.

В соответствии с установленным в России стандартом запасы всех твердых полезных ископаемых подсчитываются *в недрах без*

*учета потерь и разубоживания при добыче**. Подсчет запасов производится отдельно по установленным группам и категориям, технологическим сортам и типам сырья, способам отработки (открытый, подземный и др.). Подсчет запасов выполняется комплексно, с учетом всех ценных компонентов, которые могут быть получены при переработке основного сырья, а также возможности использования других полезных ископаемых, находящихся в совместном залегании.

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

3.4.1. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Технология подсчета запасов полезного ископаемого и содержащихся в нем ценных компонентов включает следующие последовательные операции [14]:

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

Существующие способы подсчета запасов различаются приемами определения объемов тел. Выделяются две группы способов. В первой - для определения объемов используются площади поперечного сечения тел (способы разрезов, изолиний), а во второй - площади тел в продольной проекции и их средняя мощность (способы блоков, многоугольников и др.).

Способ разрезов заключается в том, что тело полезного ископаемого разделяется на блоки системой вертикальных или горизонтальных разрезов. В каждом разрезе осуществляется оконтуривание полезного ископаемого и измеряется площадь отстроенного контура (площадь сечения тела). Затем через площади сечения и расстояния между смежными разрезами вычисляют объемы соответствующих блоков, а суммированием этих объемов получают объем тела в целом.

Объемы блоков между смежными разрезами вычисляются по

* В зарубежных странах с развитой рыночной экономикой принято подсчитывать извлекаемые запасы, т.е. за вычетом ожидаемых потерь.

известным геометрическим формулам. Если площади сечения тела в смежных разрезах относительно близки, используется формула призмы, если различие площадей велико - формулы усеченной пирамиды, усеченного конуса, обелиска. При отчетливо вогнутой (типа "песочных часов") или выпуклой (бочкообразной) форме могут использоваться более сложные формулы приближенного интегрирования (табл. 3.4).

Способ изолиний применяется для вычисления объемов тел, ограниченных с одной стороны плоскостью, а с другой - топоповерхностью, выраженной в изолиниях (изогипсах, изобахтах). Для определения объема таких тел вначале измеряют площади, оконтуриваемые каждой изолинией (с помощью палетки или планиметра), а затем вычисляют объем тела по выражению, приведенному в табл. 3.4.

Способ блоков заключается в том, что измеряется площадь тела в продольной проекции на горизонтальную или вертикальную плоскости, а его объем вычисляется затем как произве-

Таблица 3.4

Формулы вычисления объемов тел

Тело	Формула	Обозначения
Способ разрезов		
Призма	$V = [S_1 + S_2] / 2] H$	S_1, S_2 - площади смежных сечений; H - расстояние между сечениями
Усеченная пирамида	$V = [(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}) / 3] H$	То же
Обелиск	$V = [S_1 + S_2 + (A_1 B_2 + A_2 B_1) / 2] H$	A_1, A_2 и B_1, B_2 - средние линейные размеры площадок по взаимоперпендикулярным направлениям
Клин	$V = S_1 H / 2$	
Конус	$V = S_1 H / 3$	
Сложные тела	$V_{1-2} = [1,083(S_1 + S_2) - 0,083(S_0 + S_3)] H$ $V_{0-1} = (0,666 S_1 + 0,416 S_0 - 0,083 S_2) H$ $V_{2-3} = (0,666 S_2 + 0,416 S_3 + 0,083 S_1) H$	Приближенное интегрирование с учетом площадей смежных сечений S_0-S_3
Способ изолиний		
Топоповерхность	$V = h[(S_0 + S_n) / 2 + \sum S_{1-(n-1)}] \pm S_n h$	S_0 - площадь, ограниченная изолинией на нулевой плоскости; S_n - площадь, ограниченная верхней изолинией (при выпуклости берется знак "+", при вогнутости "-"); h - шаг изолиний по высоте
Способ блоков (многоугольников, треугольников)		
Призма	$V = SM$	S - площадь проекции; M - средняя мощность (нормальная к проекции)

дение площади на среднюю мощность. Если площадь измеряется в проекции на горизонтальную плоскость, мощность берется вертикальная, если площадь измеряется в вертикальной проекции, - горизонтальная. При этом способе измерения в разведочных выработках стволовые мощности $M_{ст}$ необходимо приводить к единой системе горизонтальных или вертикальных мощностей с учетом фактических углов встречи тел выработками и углов падения тел. Для вычислений используются следующие формулы:

$$M_{гор} = M_{ст} \cos(\alpha + \beta) \cos \gamma / \sin \beta; \quad M_{врт} = M_{ст} \cos(\alpha + \beta) \cos \gamma / \cos \beta,$$

где α - зенитный угол пересечения, β - угол падения тела, γ - угол между азимутами падения и ориентировки пересечения.

Способы многоугольников и треугольников отличаются от способа блоков тем, что площадь тела в продольной проекции разбивается на зоны влияния единичных разведочных пересечений, соответствующих многоугольникам с разведочным пересечением в центре тяжести или треугольникам (три смежных пересечения в вершинах).

Определение элементарных объемов по зонам влияния в обоих случаях осуществляется идентично: измеренная площадь каждого многоугольника (треугольника) умножается на мощность тела в центральном пересечении (способ многоугольников) или среднюю мощность по пересечениям в вершинах (способ треугольников). В отличие от способа блоков, в этих способах далее вычисляют запасы каждого элементарного блока и суммированием получают общие запасы тела.

Следует подчеркнуть, что точность подсчета запасов не зависит от применяемого способа и определяется точностью и правильностью исходной информации о распределении полезного ископаемого в недрах и его качестве.

Плотность полезного ископаемого принимается средняя по произведенным измерениям с введением при необходимости поправки на влажность.

Подсчет запасов, как правило, производят для воздушно-сухого состояния полезного ископаемого.

Средние содержания обычно рассчитывают со взвешиванием по мощности опробованных пересечений, т.е. по формуле

$$C = \sum tc / \sum t,$$

где $\sum tc$ - сумма произведений значений мощности на содержание по усредняемым пересечениям (сумма метропроцентов), $\sum t$ - сумма их мощностей.

В некоторых случаях используются более сложные формулы взвешивания.

Поправочные коэффициенты к подсчету запасов применяют в тех случаях, когда считается, что в пределах оконтуренного объема имеются участки, не содержащие полезного ископаемого, но выделить их при существующей разведанности невозможно. Наиболее распространенным из таких коэффициентов является *коэффициент рудоносности*. Оценка этого коэффициента производится по соотношению либо числа пересечений, вскрывших полезное ископаемое, к общему их числу в оцениваемом объеме, либо суммарной мощности рудных интервалов к суммарной мощности залежи по всем пересечениям.

3.4.2. ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ: КРИГИНГ

Геостатистикой (статистикой пространственных или геометрических переменных) называется сравнительно недавно сформировавшаяся отрасль прикладной математики, разработанная прежде всего в целях решения практических задач оценки месторождений и оптимизации процессов добычи полезных ископаемых.

Термин “геостатистика” был введен Ж. Матероном (Франция), выпустившим еще в 1967 г. “Трактат о прикладной геостатистике” (русское издание - 1968 г.). Однако идеи Ж. Матерона до сих пор плохо воспринимаются геологами и горняками из-за сложности математического изложения. Позднее за рубежом появился еще ряд трудов, популяризирующих теоретические выводы Ж. Матерона и демонстрирующих возможности геостатистики в приложении к практическим инженерным задачам. В настоящее время геостатистические методы за рубежом стали почти обязательным элементом расчетов, связанных с оценкой месторождений, проектированием и текущим управлением деятельностью горных предприятий, но все еще остаются слабо используемыми в России и странах СНГ [14].

Следует отметить, что геостатистика как наука родилась прежде всего потому, что горная практика постоянно сталкивалась с примерами неподтверждения прогнозируемых характеристик и горный бизнес настоятельно требовал снижения соответствующих рисков, а также методов их оценки.

Как отмечал и сам Ж. Матерон, основы геостатистики были заложены еще в 1950-х гг. трудами ряда геологов ЮАР, среди которых следует отметить Х.Дж. Де-Вийса и Д.Ж. Криге (Крайга). По имени последнего исследователя разработанный Ж. Матероном математический аппарат расчета уточненных оце-

нок содержаний в зонах влияния разведочных проб был назван им “kriging”, что в русском языке транскрипируется как “кригинг” или “крайгинг”.

В основе кригинга лежит представление о пространственных переменных, среднее значение которых для некоторой области может быть вычислено через точечные оценки внутри и вне этой области с учетом пространственной взаимокорреляции значений переменной от расстояния между точечными наблюдениями.

Значение переменной для заданной области Z вычисляется по следующему общему выражению (уравнению кригинга):

$$Z = [(1 - \lambda - \mu) x_1 + \lambda x_2 + \mu x_3],$$

где x_1 - содержание в центральной точке оцениваемой зоны; x_2 и x_3 - средние содержания по точкам “ближнего” и “дальнего” ореолов; λ и μ - коэффициенты, значения которых определяются взаимным расположением точек, расстоянием между ними и моделью пространственной изменчивости анализируемого признака.

Такая модель подбирается путем аппроксимации эмпирических *вариограмм*, представляющих собой функции вида

$$\gamma(h) = 1/2 N(h) \sum [Z(x_i) - Z(x_{i+h})]^2,$$

где $N(h)$ - число пар замеров (проб), расположенных друг от друга на расстоянии h ; $Z(x_i)$ - значение признака в точке x_i ; $Z(x_{i+h})$ - значение признака в точке x_{i+h} .

Для построения вариограмм обычно используют данные секционного опробования по разведочным пересечениям - скважинам, выработкам. В условиях изотропной схемы изменчивости признака достаточно располагать вариограммой по одному произвольному направлению. В условиях анизотропной схемы необходимо составление и аффинное преобразование вариограмм для разных направлений или расчет двух-трехмерных вариограмм.

В настоящее время разработаны программы кригинга для ПЭВМ, позволяющие рассчитывать вариограммы, осуществлять их преобразование и аппроксимацию и вычислять оценки параметров для блоков любого размера, при любой геометрии наблюдений, в плоском и трехмерном пространстве*.

Использование кригинга особенно эффективно на стадии эксплуатационной разведки и в процессе управления добычей, когда плотность разведочных наблюдений относительно высока, а фак-

* См., например: *Мальцев В.А.* GST: Программный комплекс геостатистического моделирования и оценивания. Версия 3.02. Русский вариант. - М.: Геоинформмарк, 1993.

тор случайности в значениях пространственных переменных низок. Кригинг в принципе понижает оценки для блоков (зон влияния), характеризуемых высокими значениями параметра, и повышает их для блоков с низкими значениями, но делает это с учетом взаимного расположения таких блоков и особенностей пространственной изменчивости признака. Основной эффект кригинговых процедур заключается в оконтуривании промышленных запасов с применением бортовых лимитов не к самим значениям параметра в точках (пробах), а к “кригированным” их значениям, что снижает вероятность систематических расхождений результатов подсчета запасов и последующей обработки [14].

3.5. ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ НЕФТИ, ГАЗА И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Подсчет запасов нефтегазовых месторождений резко отличается от подсчета запасов твердых полезных ископаемых прежде всего тем, что для этого сырья принято подсчитывать извлекаемые запасы.

Подсчет запасов нефти может производиться объемным методом, статистическим методом или методом материального баланса.

Объемный метод по своей сути аналогичен подсчету запасов твердых полезных ископаемых, так как в его основе лежит определение объема недр, занимаемого нефтью. Расчетная формула выглядит при этом следующим образом:

$$Q = S m \varphi k \mu \gamma \eta,$$

где Q - извлекаемые запасы, т; S - площадь нефтеносной части пласта в плане, м; m - эффективная мощность пласта, м; φ - коэффициент эффективной пористости коллектора; μ - коэффициент насыщения пласта нефтью; k - коэффициент нефтеотдачи; γ - плотность нефти, т/м³; η - пересчетный коэффициент, учитывающий усадку нефти на поверхности.

Объемный метод является основным при оценке новых месторождений. Однако наибольшую трудность при этом представляет определение коэффициентов насыщения и нефтеотдачи, которые практически приходится принимать по данным эксплуатируемых участков или пластов.

Статистический метод основан на изучении падения дебита скважин в процессе эксплуатации и используется для подсчета остаточных запасов при наличии нескольких скважин, действующих не менее года. При этом анализируется зависимость падения дебита во времени за период с начала эксплуатации, подбирается функция, описывающая эту зависимость, по

ней прогнозируется величина дебита на период его падения до минимально допустимой величины и рассчитываются извлекаемые запасы.

Метод материального баланса основан на составлении уравнений баланса состояния нефтегазовой системы в поровом пространстве пласта при меняющемся пластовом давлении, решаемых затем относительно величины остаточных запасов нефти. Метод может применяться при наличии достаточно полной информации, получаемой в процессе эксплуатации.

Подсчет запасов газа производится объемным методом или методом падения давления.

Объемный метод основан на оценке промышленных запасов газа, содержащегося в объеме порового пространства пласта-коллектора. Расчетная формула имеет следующий общий вид:

$$V = Sm\varphi f(P\alpha - P_0\alpha_0)\mu k,$$

где V - извлекаемый объем газа, м³; S - площадь продуктивного контура газоносности, м²; m - мощность пористой части газоносного пласта, м; φ - коэффициент пористости; f - поправка на температуру для приведения объема газа к стандартной температуре; P - среднее давление в пласте на дату подсчета, атм; P_0 - конечное давление в пласте на момент падения давления на устье скважин до атмосферного, атм; α и α_0 - поправки на отклонение поведения углеводородных газов от закона Бойля-Мариотта для давлений P и P_0 ; μ - коэффициент газонасыщения с учетом связанной воды; k - коэффициент газоотдачи (0,9 - 0,8).

Метод падения давления применяется, если первоначальный объем порового пространства пласта в процессе эксплуатации не меняется (притока воды в пласт не происходит). Расчетная формула имеет следующий вид:

$$V = (Q_2 - Q_1)(P_2\alpha_2 - P_0\alpha_0) / (P_1\alpha_1 - P_2\alpha_2),$$

где $(Q_2 - Q_1)$ - объем газа, извлеченный за период от даты 1 до даты 2, м³; $P_2\alpha_2$ и $P_1\alpha_1$ - соответствующие давления, атм; $P_0\alpha_0$ - конечное давление, атм.

Метод падения давления основан на постоянстве объемного количества извлекаемого газа при падении давления на 1 атм в течение всего времени эксплуатации.

Подсчет запасов подземных вод обычно производится с учетом обеспечения конкретных проектируемых водозаборов. Подсчитываются эксплуатационные запасы, обеспечивающие получение необходимых дебитов водозаборов. Подсчет производится специальными методами расчетов расхода подземного потока, баланса вод и др.

3.6. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ

Цифровые оценки запасов месторождений, изученных с различной полнотой и детальностью, характеризуются различной достоверностью и не могут сопоставляться друг с другом.

Для того чтобы осуществлять сравнение запасов нескольких месторождений, а также вести учет минеральных ресурсов отдельных стран, регионов и мира в целом, необходимо располагать некоторой стандартизирующей системой, с помощью которой запасы объектов с различной изученностью можно соотносить друг с другом.

Такие системы носят название классификаций запасов. В настоящее время различные, но во многом сходные классификации запасов существуют во всех развитых странах, в том числе в США, Канаде, Австралии, Франции, России и республиках СНГ.

Постоянно предпринимаются попытки унифицировать национальные классификации и разработать единую мировую классификацию запасов или хотя бы составить схему их корреляции. Эта проблема неоднократно обсуждалась на международных геологических конгрессах. Проекты мировой классификации и корреляционной схемы национальных классификаций разрабатывались также в аппарате ООН.

Ныне действующая в России «Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» утверждена приказом Министра Природных ресурсов РФ в 1997 г.* Согласно этой классификации запасы твердых полезных ископаемых разделяются по степени изученности (разведанности) и по экономическому значению (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Классификация запасов/ресурсов твердых полезных ископаемых России

Объекты оценки	Месторождения		Рудные поля	Рудные районы	
	разведанные	оцененные			
Группы и категории разведанности Экономические группы	Запасы		Ресурсы		
	A, B, C ₁	C ₂	P ₁	P ₂	P ₃
Балансовые	Экономические		Обычно не подразделяются		
Забалансовые	Гранично-экономические				
	Невозможные для эксплуатации				
	Неэкономические				

* Утвержденная несколько ранее классификация запаса нефти и газа в настоящее время пересматривается.

По степени изученности выделяются группы запасов и прогнозных ресурсов.

Запасы полезных ископаемых подсчитываются по результатам геологоразведочных работ и работ, выполняемых в процессе освоения месторождений.

Прогнозные ресурсы предположительно оцениваются на основе геологических предпосылок, выявленных при оценочных, поисковых и геолого-съёмочных работах.

Запасы всех категорий и прогнозные ресурсы категории P_1 подсчитываются и оцениваются по известным месторождениям. Прогнозные ресурсы категорий P_2 и P_3 оцениваются для бассейнов, районов, рудных полей (P_2) или геологически благоприятных территорий (P_3), т.е. связываются с еще не открытыми месторождениями.

Месторождения, по которым подсчитываются запасы или оцениваются прогнозные ресурсы категории P_1 , могут относиться к *разведанным* или *оцененным*.

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

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

Запасы твердых полезных ископаемых по степени разведанности подразделяются на четыре категории: А, В, C_1 и C_2 .

Прогнозные ресурсы по степени обоснованности подразделяются на три категории: P_1 , P_2 , и P_3 .

Основным условием отнесения запасов к той или иной категории разведанности является полнота и детальность информации об их пространственном положении и распределении в недрах, т.е. о размерах, форме, условиях залегания и внутреннем строении тел полезного ископаемого, заключающих эти запасы. Кроме того, для запасов категорий А, В и C_1 должны быть изучены технологические свойства сырья и выделены его технологические сорта и типы.

Требования к полноте и детальности информации о размерах, форме и условиях залегания тел полезного ископаемого, наличии внутри них участков пустых пород и распределении в их объеме

сортов и типов сырья снижаются от категории А, для которой форма тел и условия их залегания должны быть полностью установлены, а безрудные участки, сорта и типы полностью оконтурены в пространстве, к категории С₁, для которой форма и условия залегания тел должны быть выяснены в основных особенностях, а для безрудных участков, сортов и типов установлены их наличие, общие закономерности распределения и количественное соотношение.

Запасы категории С₂ оцениваются по геологическим и геофизическим данным с подтверждением наличия полезного ископаемого вскрытием отдельными горными выработками или скважинами. Представления о пространственном положении и структуре таких запасов определяются в основном геологической аналогией с лучше изученными участками.

Подсчет и учет запасов проводятся по наличию их в недрах, без учета возможных потерь и разубоживания при добыче.

В зависимости от сложности строения разведанных месторождений на них могут выделяться либо все четыре категории запасов (А, В, С₁ и С₂), либо только три (В, С₁ и С₂) или две (С₁ и С₂). При этом запасы высших категорий (А и В) всегда соответствуют ограниченному участку детализации, являющимся эталонными для всего месторождения и обычно соответствующим участкам первоочередной отработки (рис. 3.1).

Выделяются четыре группы месторождений по сложности их строения.

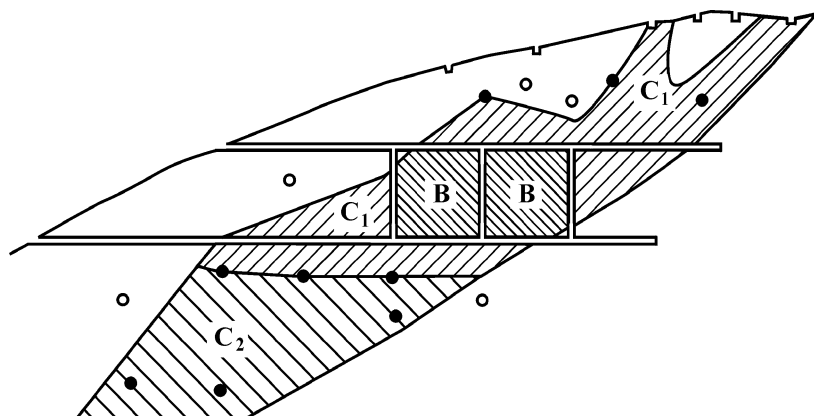


Рис. 3.1. Схема квалификации запасов жильцеобразного тела (проекция на вертикальную плоскость) по категориям разведанности

К *первой группе* относятся месторождения простого строения, на которых запасы могут быть изучены в степени, соответствующей полной подготовленности для отработки в процессе разведки. К этой группе принадлежит большинство месторождений углей, очень крупные и выдержанные месторождения черных и цветных металлов, горно-химического и технического сырья, стройматериалов.

К *второй группе* относятся месторождения средней сложности, на которых изученность пространственного распределения запасов, соответствующая категории А, на стадии разведки не достигается и при освоении требуется проведение эксплуатационной разведки. В эту группу входит большинство месторождений черных и цветных металлов, химического и технического сырья.

К *третьей группе* относятся месторождения высокой сложности строения, на которых изученность пространственного распределения запасов в процессе разведки обеспечивается не выше чем по категории С₁. Таковыми является большинство месторождений редких металлов, золота и др.

К *четвертой группе* относятся месторождения очень сложного строения, на которых разведку в значительной степени приходится совмещать с отработкой, а изученность запасов, отвечающая категории С₁, достигается только на участках, затронутых опытной эксплуатацией. В эту группу включают обычно месторождения камнесамоцветного и пьезооптического сырья, мелкие месторождения редких металлов и золота.

Месторождения согласно действующей классификации относятся к разведанным, если определена возможность квалификации их запасов по категориям, соответствующим группе сложности строения.

Ранее, в условиях государственного управления экономикой, когда освоение месторождений осуществлялось исключительно за счет государственных инвестиций, возможность выделения этих инвестиций оценивалась достижением определенного соотношения запасов категорий А, В и С₁, с учетом сложности строения месторождений. Объекты, по которым эти соотношения не достигались, рассматривались как не подготовленные для освоения. В ныне действующей классификации такие требования сняты, поскольку вопрос выделения инвестиций относится к компетенции инвестора. Однако эти требования, отражавшие огромный опыт функционирования горной промышленности бывшего СССР, могут оставаться примерными ориентирами изученности месторождений, при которой риск инвестиций минимизируется (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Категории	Доли запасов различных категорий (в %), принимавшиеся как необходимое условие для выделения государственных капитальных вложений в освоение месторождений						
	углей и горючих сланцев			прочих твердых полезных ископаемых			
	Группы сложности строения						
	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	4-я
A + B в т.ч. A не менее	50 20	50 -	- -	30 10	20 -	- -	- -
C ₁	50	50	100	70	80	80	50
C ₂	-	-	-	-	-	20	50

Месторождения, относимые к оцененным, характеризуются изученностью запасов, отвечающей категории C₂. При этом в зависимости от сложности строения общие масштабы месторождения могут в большей или меньшей степени определяться ресурсами категории P₁.

Прогнозные ресурсы представляют собой количественную оценку перспектив месторождений (сверх запасов), бассейнов, районов, полей или перспективных территорий, базирующуюся преимущественно (а для категорий P₂ и P₃ - исключительно) на геологических данных. Они служат для обоснования целесообразности развития геологоразведочных работ, и могут использоваться при долгосрочных маркетинговых оценках.

По экономическому значению запасы подразделяются (см. табл. 3.5) на группы балансовых (экономических) и забалансовых (потенциально-экономических).

Балансовые запасы подразделяются на:

а) *экономические запасы*, извлечение которых экономически эффективно;

б) *гранично-экономические запасы*, извлечение которых из-за низких технико-экономических показателей неэффективно, но становится возможным при определенной государственной поддержке (налоговых льготах, субсидиях и т.п.).

К забалансовым запасам относятся:

а) запасы, отвечающие всем требованиям к балансовым запасам, но на момент оценки *непригодные для освоения* по горно-техническим или экологическим соображениям;

б) запасы, извлечение которых на момент оценки *экономически нецелесообразно*, но может стать экономически эффективным при повышении цен на продукцию или при техническом прогрессе, обеспечивающем снижение издержек производства.

Обязательным требованием для выделения запасов в качестве

забалансовых является возможность сохранения их в недрах при извлечении балансовых запасов.

В современных условиях в России действуют разные классификации запасов для твердых полезных ископаемых, нефтегазового сырья и подземных вод. При том же общем принципе построения эти классификации имеют некоторые отличия в обозначении отдельных категорий и др. Предполагается, что в дальнейшем эти классификации будут унифицированы.

Компирование классификаций запасов, принятых в разных странах, - достаточно сложная задача. Общая схема сопоставления таких классификаций ведущих горнопромышленных стран мира дана в табл. 3.7. Однако точного соответствия, даже между совпадающими таксонами разных классификаций, нет. В каждой из стран существуют свои сложившиеся критерии отнесения запасов к той или иной категории, но их содержание не всегда точно формулируется, а используемые термины не всегда поддаются однозначному переводу.

Еще в 1970-х гг. ООН была предпринята попытка разработать единую универсальную классификацию запасов, предназначенную для принятия всеми странами. Однако, как показал опыт, используемые в национальных классификациях термины и понятия основываются на столь глубоко укоренившихся традициях, что переход на единую классификацию является практически нереальным.

Таблица 3.7

Приблизительная корреляция категорий классификаций запасов различных стран

Австралия	Приемлемо-гарантированные Reasonable assured		Дополнительно оцененные Estimated additional		Необнаруженные Undiscovered	
Канада	Исчисленные Measured	Указанные Indicated	Выведенные Inferred	Прогнозные Prognosticated	-	
Франция	Резервы Reserves	Ресурсы Resources	Перспективы 1 Perspectives 1	Перспективы 2 Perspectives 2	-	
ЮАР	Приемлемо-гарантированные Reasonable assured		Дополнительно оцененные 1 Estimated additional 1	Дополнительно оцененные 2 Estimated additional 2	Предполагаемые Speculative	
США	Резервы Reserves		Вероятные потенциальные ресурсы Probable potential resources		Предполагаемые потенциальные Speculative potential	
Россия	Запасы			Прогнозные ресурсы		
	A+B	C ₁	C ₂	P ₁	P ₂	P ₃

В последние годы ООН избран другой путь и разработан специальный документ: “Основа международной классификации запасов/ресурсов”, представляющий собой универсальную матрицу, в ячейки которой вписывается любая национальная классификация, в то время как входы в нее не связаны с терминами и определениями этих классификаций [3, 14].

Указанная матрица является трехмерной и использует три системы признаков (рис. 3.2):

1) геологическую изученность запасов, определяемую стадией выполненных работ: детальная разведка (разведка), предварительная разведка (оценка), поиски, рекогносцировочные геологические исследования;

2) экономико-технологическую изученность запасов, определя-

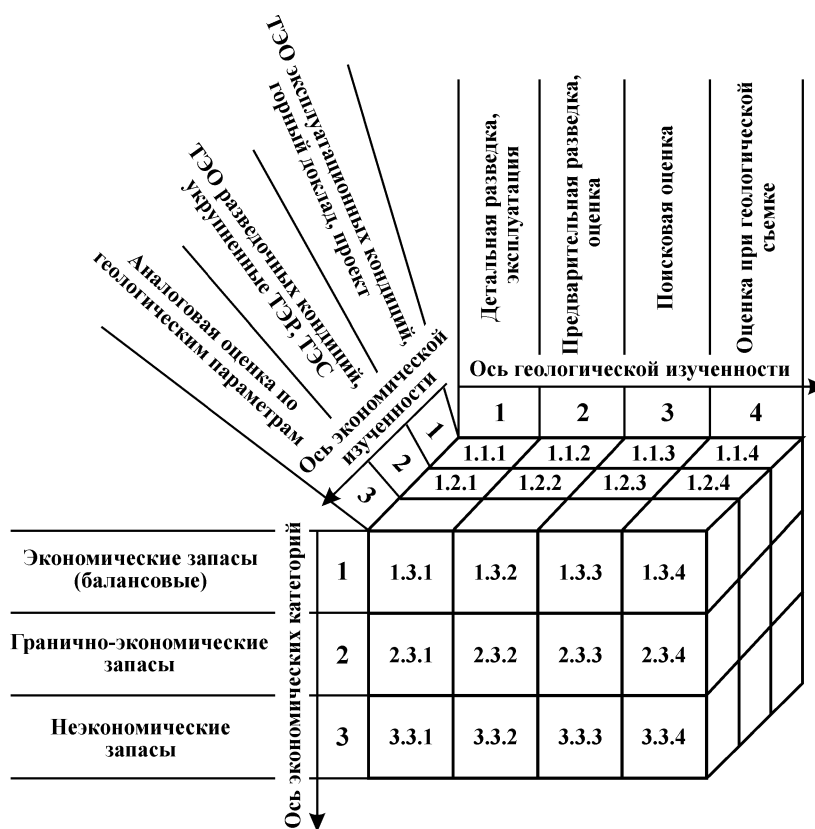


Рис. 3.2. Схема матрицы сопоставления классификаций запасов, разработанной ООН

емую стадией технико-экономической оценки: отчет об эксплуатационных работах (горный доклад), ТЭО освоения (ТЭО постоянных кондиций) или ТЭО целесообразности освоения (ТЭО временных кондиций), или оценка по геологической аналогии;

3) экономичность освоения запасов, определяемую рентабельностью освоения согласно выполненной технико-экономической оценке.

Каждая из ячеек матрицы имеет цифровую кодировку (см. рис. 3.2). Таким образом, запасы, выявленные на стадии разведки (А+В+С₁ по российской классификации), экономическая оценка которых дана на уровне ТЭО постоянных кондиций и квалифицированные как балансовые, получают кодировку 1.1.1 и могут быть транслированы в систему любой другой классификации с учетом тех же признаков.

3.7. ЭКСПЕРТИЗА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Составляемые недропользователями подсчеты запасов согласно установленному в России порядку подлежат Государственной экспертизе в уполномоченных органах Минприроды РФ. По результатам экспертизы запасы зачисляются на Государственный баланс. Государственным балансом учитывается состояние и движение (т.е. убыль за счет добычи и прирост за счет разведки) запасов по каждому месторождению и каждому виду сырья по состоянию на 01.01. каждого текущего года [14].

Лицензия на эксплуатацию месторождений может быть выдана недропользователю только по месторождениям, запасы которых числятся на Государственном балансе. В случае выдачи так называемой “сквозной” лицензии на проведение геологоразведочных работ на новом месторождении, с последующим переходом к его эксплуатации, недропользователь обязан не позже чем через год после начала эксплуатационных работ произвести подсчет запасов и представить их для экспертизы и постановки на Государственный баланс в установленном порядке.

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

Главным органом, проводящим такого рода экспертизу, является Государственная комиссия по запасам (ГКЗ) полезных ископаемых при Минприроды РФ. Материалы по месторождениям местного

значения могут проходить экспертизу в территориальных комиссиях по запасам (ТКЗ) при региональных органах Минприроды РФ.

В соответствии с протоколами ГКЗ, запасы месторождений полезных ископаемых зачисляются на Государственный баланс, согласно данным которого Госгеолконтроль и Госгортехнадзор осуществляют контроль за полнотой отработки недр и соблюдением условий лицензий.

Следует отметить, что среди месторождений, выставляемых на лицензирование, встречаются объекты, разведка которых проводилась в прошлые годы по кондициям, не отвечающим современным экономическим требованиям. Иногда предпринимателями испрашиваются лицензии на резервные месторождения, вообще не проходившие государственной экспертизы. Имеются примеры, когда владельцы лицензий, привлекая инвесторов, представляют им материалы в “приукрашенном” виде, вплоть до прямых подтасовок и подлогов фактических данных. Поэтому при решении вопроса о приобретении прав на доизучение и эксплуатацию конкретного месторождения у инвестора могут быть основания для проведения по нему государственной экспертизы в инициативном порядке или проведения собственной экспертизы с приглашением независимых экспертов.

Экспертиза подсчетов запасов полезных ископаемых - сложный и многообразный процесс, эффективность которого определяется прежде всего квалификацией и опытом экспертов. Однако существуют некоторые общие методические приемы экспертного рассмотрения материалов, изложению которых, а также опыту экспертизы посвящен ряд специальных работ [14].

Ниже мы остановимся только на некоторых важнейших общих вопросах, подлежащих обязательному рассмотрению экспертом.

Существуют три группы таких вопросов, обычно требующих рассмотрения различными специалистами.

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

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

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

Следует заметить, что все эти группы вопросов определенным образом взаимосвязаны. Так, вопросы, подлежащие рассмотрению

горняком, связаны с достоверностью представлений об условиях залегания и форме тел полезного ископаемого, оцениваемых геологом, а наличие сортов и типов сырья (технолог) - с возможностью их пространственной геометризации (геолог) и селективной отработки (горняк) и т.д. Поэтому всегда желательна совместная работа экспертов, с взаимным обсуждением результатов, постановкой специальных вопросов друг перед другом и т.п.

В зависимости от особенностей объекта, наличия тех или иных особо сложных вопросов и ответственности принимаемых решений к экспертизе могут привлекаться специалисты всех указанных квалификаций или только некоторых из них. Однако рассмотрение материалов геологом обычно является обязательным всегда.

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

Представления о месторождении в процессе его изучения создаются главным образом путем изучения обнажений, горных выработок или керна (шлама) буровых скважин с фиксацией полученной информации в виде соответствующих документов - описаний, зарисовок, фотографий и т.п. Документы, составляемые непосредственно на объекте изучения (в забое, на скважине), носят название *первичных*. Объекты первичной документации (обнажения, забои, керн) со временем ликвидируются. Первичные документы оказываются при этом единственным фактографическим материалом, обосновывающим правильность представлений о месторождении и достоверность подсчета запасов.

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

Первичные документы обязательно должны иметь точную координатную привязку наблюдений, в них должны быть зафиксированы места взятия и номера всех проб и образцов. Первичные документы *по горным выработкам* обязательно должны содержать графическое отображение изученного обнажения (забоя, стенки, кровли), на котором должны быть зафиксированы особенности пространственного положения контактов пород и руд, тектонические нарушения и т.п. Первичные документы *по скважинам* (колонки) должны содержать данные выполненных геофизических исследований: каротажей, кавернометрии, замеров искривлений и т.п.

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

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

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

Следует, однако, иметь в виду, что как обычные чертежи, так и компьютерная графика отображают принятую геологическую модель пространственной интерполяции данных первичной документации. Главная задача эксперта - оценить правильность этой модели и соответствие ее первичным наблюдениям. Именно здесь бывают скрыты причины грубых ошибок в представлениях о форме, строении и условиях залегания тел полезного ископаемого, ведущие к ошибкам в оценке и количества запасов, и качества сырья, и, в конечном счете, к неподтверждению плановых экономических показателей эксплуатации. Один из поучительнейших примеров таких ошибок описан В.М. Борзуновым [14].

При разведке бурением Аванского месторождения каменной соли (Армения) вскрытые скважинами пласты увязывались субгоризонтально (рис. 3.3), хотя при документации керн фиксировались достаточно острые углы встречи контактов пластов, неверно интерпретировавшиеся как проявления соляной тектоники. Однако при вскрытии месторождения горными работами в процессе строительства добычного предприятия выяснилось, что соляные пласты имеют крутое падение ($75 - 85^\circ$), а мощность их значительно меньше предполагавшейся. Намечавшаяся для горизонтальных пластов массовая система отработки оказалась непригодной, а затраты на селективную выемку тонких крутых пластов для относительно дешевого сырья - непомерно большими. В результате промышленные запасы месторождения практически не подтвердились полностью.

При разведке уранового месторождения Заозерное (Казахстан) господствовавшие представления об осадочном генезисе руд привели к увязке рудных пересечений в согласные пластовые тела. В действительности месторождение оказалось жильным (рис. 3.4), а значительная часть рудных пересечений в скважинах, увяз-

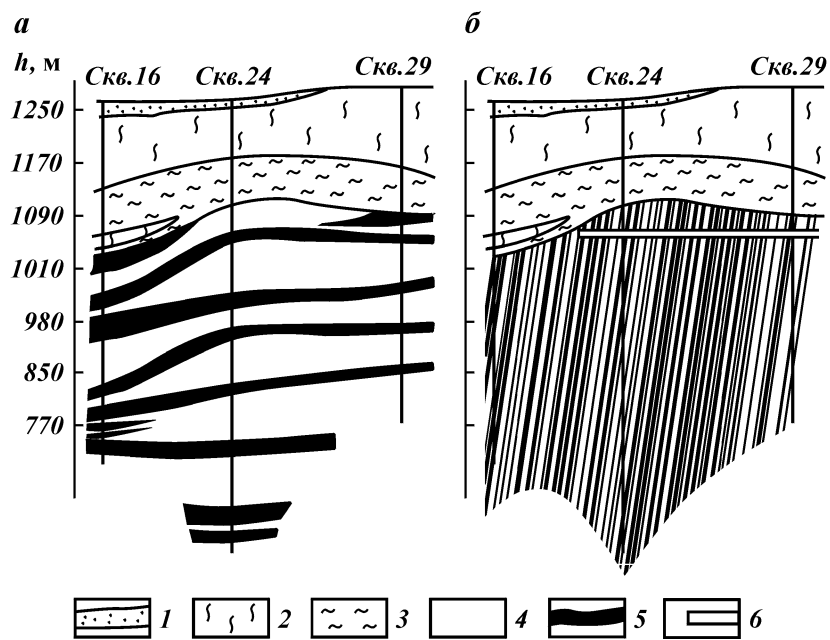


Рис. 3.3. Разрезы по Аванскому месторождению каменной соли (Армения), построенные по данным разведочных скважин (а) и после вскрытия горными выработками (б). По В.М. Борзунову.
 1 - наносы; 2 - покровные базальты; 3 - гипсоносные глины; 4 - каменная соль; 5 - соленосные глины; 6 - горная выработка

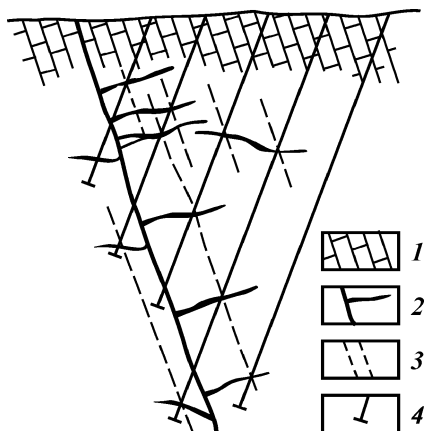
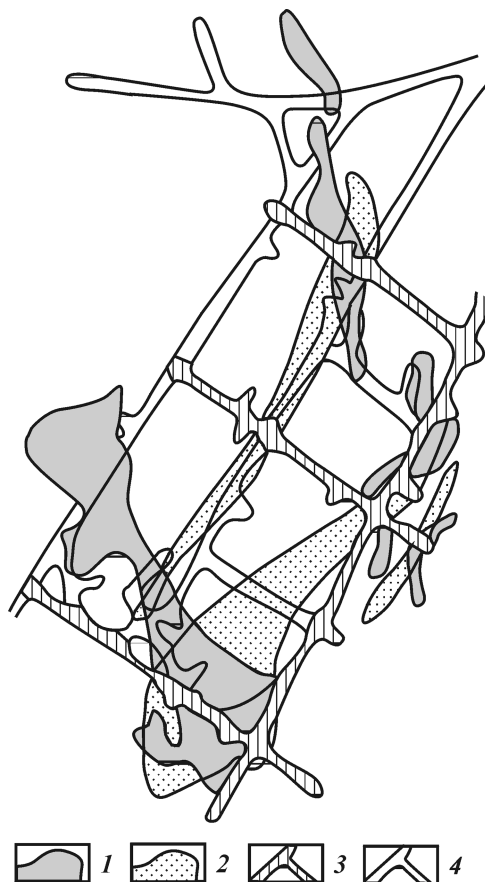


Рис. 3.4. Разрез по урановому месторождению Заозерное (Казахстан), построенный с учетом данных эксплуатации. По В.И. Пикульскому и др.
 1 - вмещающие известняки; 2 - рудные жилы; 3 - первоначальная увязка пересечений жил скважинами в согласные тела; 4 - скважины детальной разведки

Рис. 3.5. Фрагмент плана горизонта горных работ по Южно-Ремизовскому золоторудному месторождению (Россия). По А.М. Быбочкину и др.

1-2 - рудные тела: 1 - фактические - по данным эксплуатационной разведки, 2 - оконтуренные - по данным детальной разведки; 3-4 - горные выработки: 3 - пройденные при детальной разведке, 4 - дополнительные, пройденные при эксплуатационной разведке



зывавшихся в протяженные пластовые тела, соответствовала коротким опережающим основной жилы, что привело к некоторому сокращению запасов.

Ошибки такого рода случаются и тогда, когда разведка выполняется горными работами. Так, недостаточное внимание к изучению характера границ рудных образований при документации горных выработок и формальная увязка пересечений в тела, ориентированные по “нормали” к направлению квершлагов, привели к принципиально неверному определению ориентировки рудных тел на Южно-Ремизовском (Россия) золоторудном месторождении (рис. 3.5). В результате в проект освоения месторождения пришлось вносить существенные коррективы.

Как видно из приведенных примеров, неверный выбор геологи-

ческой модели месторождения всегда происходит в условиях недостаточной плотности сети разведочных наблюдений. Однако во всех рассмотренных случаях тщательное выполнение первичной документации и анализ полученных данных могли бы предотвратить ошибки.

Для сложных метасоматических минеральных образований линейная увязка интервалов промышленных руд в достаточно редко расположенных скважинах, как правило, оказывается ошибочной. Так, на Казском скарновом железорудном месторождении (Россия) выделенные при детальной разведке крупные рудные тела в действительности оказались системами относительно мелких линз (рис. 3.6). Общие запасы месторождения в связи с этим сократились почти на треть [14]. На аналогичном по типу месторождении Новый Шерегеш линейная интерполяция, напротив, привела к существенному занижению действительных запасов руды (рис. 3.7).

Для предупреждения подобных ошибок практикой разведки давно уже выработан методический прием, заключающийся в вы-

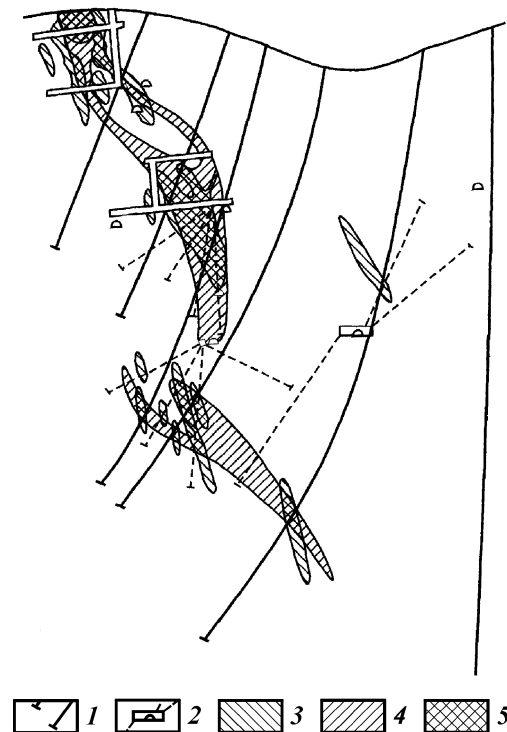
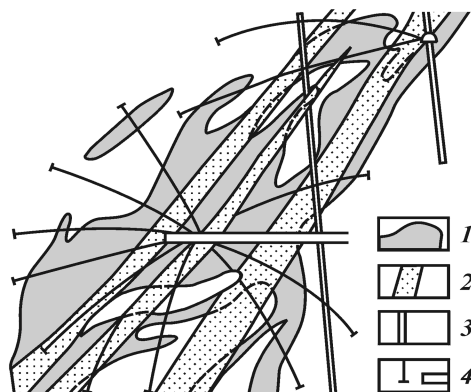


Рис. 3.6. Разрез по Казскому железорудному месторождению (Россия) с контурами рудных тел, отстроенными по результатам разведки и последующей эксплуатации.
По В.А. Викентьеву.

1 - скважины детальной разведки; 2 - горные выработки и скважины эксплуатационной разведки; 3 - руда, не выявленная при детальной разведке; 4 - безрудные участки в контурах рудных тел, отстроенных при детальной разведке; 5 - руда, подтвердившаяся при эксплуатации

Рис. 3.7. Фрагмент разреза по железорудному месторождению Новый Шерегеш (Россия) по данным разведки и эксплуатации. По А.М. Быбочкину и др.

1-2 - руда по данным эксплуатации (1) и разведки (2); 3 - скважины детальной разведки, пробуренные с поверхности; 4 - скважины подземного бурения и горные выработки эксплуатационной разведки



борочном сгущении сети разведочных пересечений на отдельных участках, осуществляемом таким образом, чтобы проверить правильность первоначально выработанной модели. Такое сгущение иногда делают предельно детальным, стремясь снять все сомнения в характере пространственного положения полезного ископаемого. Так, при разведке уникального по запасам и качеству руд, но достаточно необычного по строению уранового месторождения Сигар-Лейк в Канаде разведочная сеть в контрольных профилях, несмотря на большую глубину залегания руд (>300 м), была доведена до 10-12 м [14].

В отечественной практике необходимость выборочной детализации и контрольной заверки результатов разведки часто недооценивалась, что следует иметь в виду при экспертизе материалов разведок прошлых лет.

Итак, первый и основной вопрос, ответ на который должен быть дан экспертом-геологом, заключается в том, насколько обоснованной и близкой к реальности может считаться принятая геологическая модель месторождения. Сомнения в правильности принятой модели во всех случаях должны сводиться к рекомендации уточнить (проверить) модель.

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

Качество опробования определяется соответствием содержаний в одной и той же порции вещества в массиве и после ее отбора в виде пробы. Опробуемый массив полезного ископаемого часто представляет собой агрегат ценных минералов и пустых пород, механические свойства которых (твердость, хрупкость,

спайность) различны. Различие этих свойств при отборе проб может приводить к избирательному обогащению или, наоборот, обеднению отбираемой массы ценным минералом.

Наиболее распространенной является ситуация, когда ценные минералы отличаются меньшей твердостью, более легко выкрашиваются и истираются при механическом воздействии (например: молибденит, галенит, киноварь в кварцевой массе и др.). При отбойке проб из массива в горных выработках в такой ситуации происходит избирательное обогащение их ценным компонентом, т.е. во взятых пробах завышается истинное содержание этого компонента в массиве. В процессе бурения скважин поднимаемый керн в этой же ситуации оказывается обедненным ценным компонентом, соответственно опробование керна занижает содержание компонента в массиве.

В некоторых случаях ситуация оказывается обратной. Например, при наличии твердых прожилков золотосодержащего кварца в мягких сланцах можно ожидать занижения содержаний по опробованию горных выработок и завышения - по опробованию керна скважин.

Величина избирательного обогащения (обеднения) проб ценным компонентом зависит от многих факторов. В горных выработках соответствующая погрешность тем меньше, чем меньше отношение обнажаемой поверхности к объему проб. Поэтому она минимальна для валовых проб, когда в пробу поступает вся отбитая масса с сечения горной выработки. Степень погрешности возрастает при отбойке проб пневмомолотком, но снижается при выпиливании алмазными пилами. Погрешность возрастает на крупновкрапленниковых рудах и снижается на рудах с тонкодисперсным распределением ценного минерала в породной матрице.

При опробовании керна основным влияющим фактором является его выход. Однако даже 100%-ный выход керна не гарантирует от возможной потери ценного минерала. Значительное занижение содержаний по керновым пробам обычно отмечается для месторождений молибдена, свинца, меди, ртути, сурьмы (на 15-30 %, а по молибдену - до 100 %). Однако некоторое занижение (0,3-1 %) иногда фиксируется и для железных руд, причем для этого вида сырья такая погрешность уже достаточно ощутима.

Избирательное занижение содержаний по керну зависит также от величины исходного содержания. Оно может быть мало заметным для богатых участков, но в бедных может приводить к полной потере ценного компонента, т.е. занижению на 100 %. В результате для участков с содержанием, близким к бортовому, но все превышающим его, пробами могут систематически фиксироваться содержания ниже бортового. Таким образом, избиратель-

ные потери могут вести не только и даже не столько к снижению среднего содержания в месторождении, сколько к неоправданному сужению его контура и недооценке количественной доли бедных руд. В результате при дальнейшей эксплуатации содержания могут не возрасти или даже снизиться, но запасы резко увеличатся. Так, при эксплуатации Сорского месторождения молибдена к результатам буровой разведки пришлось неоднократно вводить повышающие коэффициенты на запасы руды [14, 18].

В тех случаях, когда по минералогическим признакам можно ожидать появления избирательных потерь, данные разведочного опробования должны быть представительно заверены в горных выработках - валовым способом, а по скважинам - горными работами или (в карьерах) - пробами шлама по ударным скважинам большого диаметра.

На россыпных месторождениях, разведываемых ударно-канатным бурением, обычно возникает явление растаскивания материала по скважине сверху - вниз, за счет чего интервалы промышленного содержания компонентов смещаются по разрезу вниз и иногда увеличиваются в мощности. Особенно сильные искажения отмечаются при нарушении технологии бурения (бурении ниже башмака обсадных труб), при котором за счет осыпания со стенок пройденных интервалов мощности промышленных песков могут сильно завышаться.

Следует иметь в виду, что абсолютно надежных способов опробования россыпей пока не предложено и при их эксплуатации обычен так называемый "коэффициент намыва", т.е. повышающий коэффициент для оценки извлекаемых запасов, который может достигать 1,2 - 1,3.

Рассматривая материалы подсчета запасов, эксперт должен оценить качество выполненного опробования и вероятность наличия (отсутствия) систематических ошибок. Если данные соответствующего контроля отсутствуют, необходимо определить целесообразность проведения дополнительных исследований и оценить возможное увеличение риска.

Качество аналитических работ определяется точностью и правильностью анализов, что устанавливается по данным контрольных определений.

Точность анализа характеризуется его относительной случайной ошибкой Δ , оцениваемой как

$$\Delta = \sum_1^n (x_i - y_i) / 100n\bar{x},$$

где x_i и y_i - результаты основного и контрольного анализа каждой i -й пробы; \bar{x} - средний результат по данным основных анализов; n - число пар анализов (основной - контрольный).

Значения допустимых относительных случайных ошибок для различных видов анализов приводятся в соответствующей справочной литературе.

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

Результаты основного и контрольного анализов группируются по классам содержания и периодам контроля и обрабатываются согласно приведенной выше формуле. Полученные значения Δ не должны превышать установленных допусков.

Правильность анализа характеризуется близостью к нулю его систематической ошибки, оцениваемой по результатам внешнего геологического контроля. При внешнем контроле повторный (контрольный) анализ проб выполняется в другой, более квалифицированной лаборатории. Критерием правильности анализов служит при этом величина t :

$$t = [d] \sqrt{N} / S_d,$$

где $[d]$ - среднее значение отклонения результатов основного и контрольного анализов, вычисленное через алгебраическую сумму расхождений; N - число пар анализов; S_d - стандартное отклонение величины d .

Расчетное значение критерия t сравнивается с табличным значением статистического критерия Стьюдента для данного числа пар и выбранного уровня значимости. Систематическая ошибка считается отсутствующей, если $t_{\text{расч}} < t_{\text{табл}}$.

Обычно $t_{\text{табл}}$ выбирают по 5%-ному уровню значимости (при $N > 30$ $t_{\text{табл}} = 2$). Однако критерий Стьюдента предназначен для проверки гипотез о случайности расхождения, в то время как по смыслу задачи наиболее желательно отнесение к случайному в действительности систематического расхождения. Поэтому близость расчетных значений критерия к табличным пределам всегда должна рассматриваться как настораживающий фактор, указывающий на желательность дополнительного контроля.

Как показывает опыт, результаты анализов даже весьма квалифицированных лабораторий могут не совпадать. Поэтому выбор контрольной лаборатории имеет очень большое значение и должен специально оцениваться экспертизой. В ответственных случаях целесообразно рекомендовать проведение дополнительных *арбитражных анализов* в лаборатории, качество работы которой для эксперта несомненно.

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

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

Тела некоторых полезных ископаемых часто представляют собой сложные системы с неоднородным внутренним строением. Следует иметь в виду, что внешние контуры тел и контуры элементов неоднородности внутри них вовсе не обязательно подобны (конформны). Такое подобие может быть свойственно только стратиформным месторождениям осадочного происхождения. Сложные, метасоматические залежи, как правило, характеризуются дискордантностью, несоответствием формы тел форме элементов внутреннего строения. В таких случаях выбрать оптимальную ориентировку разведочных пересечений трудно и пройденные выработки иногда оказываются ориентированными не вкрест, а близко к падению монолитно-рудных образований.

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

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

Распространенным ошибочным приемом подсчета запасов является так называемая “прессовка”, при которой мощности (площади) разобренных в пространстве тел суммируются. Арифметически этот способ, казалось бы, не ведет к завышению результатов. Однако практически мелкие тела и гнезда полезного ископаемого, присоединяемые к основному телу, завышают его мощность. В то же время сами эти мелкие тела часто оказываются технологически или экономически непригодными для само-

стоятельной добычи, а отработка их в едином массиве с основным телом приводит к высокому разубоживанию и резкому снижению качества сырья относительно оцененного разведкой. Таким образом, реально извлекаемые запасы при “прессовке” очень часто завышаются. Возможность такого завышения должна специально оцениваться экспертом.

Средние содержания ценных компонентов обычно рассчитывают способом взвешивания по мощностям. Однако при подсчете часто приходится иметь дело со столовыми (видимыми) значениями мощностей, причем пересчет их в истинные значения не всегда может быть осуществлен достаточно надежно. Расчет средних при этом обычно ведут со взвешиванием по значениям стволных мощностей. Такое взвешивание может приводить к систематическим ошибкам, если между углами встречи тела полезного ископаемого выработками и качеством сырья в отдельных его частях возникает некоторая связь. Так, на полиметаллическом месторождении Степное (Казахстан) вертикальные скважины закономерно пересекали среднюю часть седловидной залежи под углами, близкими к прямому, а фланговые части - под более острыми углами, что определяло повышенные значения стволных мощностей на флангах и пониженные в центре (рис. 3.8). Однако фланговые части залежи на крыльях антиклинали как раз характеризовались пониженным качеством руд. Взвешивание по стволным мощностям приводило в данном случае к занижению среднего качества руд по залежи в целом. Аналогичные погрешности могут возникать при разведке неоднородных по качеству сырья линейных тел веерными скважинами.

На редкометалльных, золоторудных и других месторождениях с крайне неравномерным распределением полезного компонента на расчет средних содержаний может сильно влиять эффект “ураганных проб” или “эффект самородков”. Так, на месторожде-

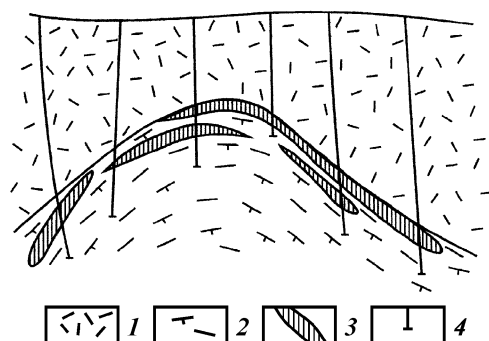


Рис. 3.8. Схематизированный геологический разрез полиметаллического месторождения Степное (Казахстан). По В.А. Викентьеву.
1 - туфы; 2 - туфогенно-осадочные породы; 3 - руда; 4 - скважины

ниях золота при обычном среднем содержании его в пробах 3 - 8 г/т встречаются отдельные пробы с содержанием десятки-сотни грамм на тонну. Если общее число проб в некотором блоке сравнительно невелико, наличие хотя бы одной такой выдающейся ("ураганной") пробы может резко повысить расчетную оценку содержания, причем весьма вероятно, что эта оценка будет сильно завышенной. Естественно, возможно и обратное явление, т.е. для блоков, в которых все пробы имеют низкое содержание, можно предполагать некоторое занижение расчетной оценки относительно возможного истинного значения. Однако взаимная компенсация ошибок такого рода вовсе не обязательна, так как величина завышения обычно во много раз превышает величину занижения, из-за чего общие запасы и качество руд месторождения могут завышаться. Следует отметить, что единой "правильной" методики учета ураганных нет и быть не может. Эксперту с учетом геологических особенностей месторождения и личного опыта следует рассмотреть использованную методику и принять решение о ее приемлемости в данном конкретном случае. Ощутимая доля общих запасов, связанная с ураганными пробами, свидетельствует прежде всего о недостаточной разведанности месторождения и низкой достоверности оценки запасов и средних содержаний. Поэтому при необходимости следует рекомендовать проведение дополнительных разведочных работ. В практике принято считать, что влияние единичной пробы на среднее по пересечению не должно превышать 20 %, а единичного пересечения на среднее по блоку - 10 %. Однако такие лимиты не должны рассматриваться как обязательные.

Правильность оценки технологических характеристик полезного ископаемого оценивается экспертом-технологом с точки зрения представительности отобранных технологических проб (т.е. соответствия их качества качеству сырья в подсчитываемых запасах), полноты проведения испытаний, соответствия предлагаемых схем переработки апробированным для данного сырья на действующих предприятиях, соответствия получаемых продуктов существующим стандартам и требованиям, разрешенности вопросов обезвреживания отходов и использования оборотной воды, утилизации всех попутных ценных компонентов и продуктов и т.д.

Особое внимание технологической экспертизе должно быть уделено на ранних стадиях изучения объектов, когда результаты полных технологических испытаний еще отсутствуют. Именно на таких стадиях мнение опытного эксперта, основанное на анализе особенностей минерального состава руд применительно к известным схемам переработки, может иметь исключительно важное значение для принятия правильных инвестиционных решений.

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

Экономическая экспертиза обязательно выполняется при рассмотрении ТЭС, ТЭО и других документов экономической оценки месторождений. Эксперту-экономисту необходимо проверить правильность закладываемых в расчеты доходных и затратных показателей, надежность оценок итоговых экономических показателей, обоснованность отнесения запасов к группам балансовых или забалансовых, обоснованность испрашиваемых налоговых льгот и т.п. Необходимо также оценить соответствие расчетной внутренней нормы доходности минимальному допустимому для инвестора уровню и правильность оценки связанных с проектом рисков.

Экспертиза правовых вопросов производится при наличии юридических ограничений на деятельность по добыче полезных ископаемых, возникающих при расположении месторождений на территориях проживания малых народностей, наличии в пределах предполагаемого горного отвода земельных участков, зданий и сооружений, находящихся в частной или государственной собственности, наличии на смежных территориях других недропользователей, возможности нанесения ущерба лесному фонду, водному режиму, рыбным запасам и т.п.

Органами государственной геологической экспертизы (ГКЗ, ТКЗ) правовые вопросы обычно не рассматриваются, но при наличии правовых коллизий могут испрашиваться соответствующие справки и документы.

4

ГЛАВА

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В любой сфере деятельности основным вопросом для предпринимателя является вопрос о прибыли, которую он может получить от вложения средств в то или иное предприятие.

В горном предпринимательстве решение этого вопроса связано прежде всего с экономической оценкой объекта деятельности, т.е. месторождения. Такая оценка является целью специальных технико-экономических расчетов, однако как предпринимателю, так и специалисту, выполняющему расчеты, необходимо представлять себе, какое влияние на экономику горного предприятия в целом могут оказывать те или иные особенности месторождений или чем отличаются “хорошие”, сулящие высокую прибыль, месторождения от “плохих”?

На экономику промышленного освоения месторождений оказывают влияние следующие природные факторы (характеристики) [14].

1. Запасы (ресурсы) месторождения.
 2. Качество заключенного в месторождении полезного ископаемого.
 3. Горно-технические условия эксплуатации.
 4. Технологические свойства сырья.
 5. Географо-экономические условия района дислокации объекта.
 6. Экологические условия эксплуатации месторождения.
- Каждый из этих факторов рассматривается ниже отдельно.

4.1. ЗАПАСЫ (РЕСУРСЫ) МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Запасами (ресурсами) месторождения (или района, бассейна) называют количество заключенного в его недрах полезного ископаемого, оцененное по результатам геологоразведочных работ.

К запасам (reserves) принято относить количества, оценка которых представляется достаточно надежной. К ресурсам (resources) - количества, оцененные приближенно (прогнозируемые).

Запасы большинства твердых полезных ископаемых измеряют в единицах массы (метрические тонны, “короткие” или “длинные” тонны). Запасы сыпучих полезных ископаемых (песков, гравия, в том числе песков в россыпях), строительного и облицовочного камня и природного газа измеряют в единицах объема (кубические метры или кубические ярды). Запасы нефти в России принято измерять в единицах массы (метрических тоннах). В западных странах чаще пользуются объемными единицами (баррель $\approx 0,160 \text{ м}^3$). Запасы золота в России измеряют в килограммах, в США, Австралии, ЮАР и ряде других стран иногда используют так называемые “тройские унции” (31,103 г). Запасы алмазов и драгоценных камней измеряют в каратах (1 кар = 0,200 г).

Применительно к группам полезных ископаемых, в которых ценность представляет химический элемент или редкий, рассеянный в породе минерал (руды металлов, алмазы и др.), для характеристики запасов обычно используют два показателя: запасы сырья в природном виде (руды) и запасы содержащегося в сырье ценного компонента (металла, минерала).

Следует учитывать, что в *России* запасы твердых полезных ископаемых принято оценивать *количеством их в недрах*, без учета возможных потерь при добыче. В *западных странах* обычно указываются *извлекаемые запасы*, т.е. запасы в недрах минус возможные потери.

Запасы нефти и газа в России и прочих странах учитываются единообразно, хотя в России, наряду с извлекаемыми, иногда приводят и геологические (в недрах) запасы этого сырья.

В случаях оценки объектов, расположенных за рубежом, или объектов в России, освоение которых предусматривается с участием иностранных инвесторов, на возможность разного понимания термина “запасы” следует обращать специальное внимание, каждый раз уточняя, какие запасы - в недрах (*in situ*) или извлекаемые (*recoverable*) - имеются в виду.

По величине запасов различают месторождения уникальные, крупные, средние и мелкие. Применительно к разным полезным ископаемым абсолютная величина месторождения, относимого к каждой из таких групп, меняется в широких пределах (табл. 4.1).

Естественно, что крупные месторождения встречаются в природе реже средних и мелких, а уникальные вообще единичны. Однако именно уникальные и крупные месторождения отдельных видов сырья обеспечивают главную массу его добычи. Примеры уникальных месторождений некоторых видов сырья приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.1

Полезное ископаемое	Масштаб по запасам сырья		
	крупный	средний	мелкий
Природный газ, м ³	$>3 \cdot 10^{10}$	$(1 - 3) \cdot 10^{10}$	$<1 \cdot 10^{10}$
Нефть, т	$>3 \cdot 10^9$	10^8	10^7
Железо (руда), т	10^9	10^8	10^7
Медь, свинец, цинк, никель (металл), т	10^7	10^6	10^5
Олово, молибден, вольфрам (металл), т	10^5	10^4	10^3
Золото (металл), т	> 300	>50	10

Величина запасов месторождения определяет возможную производительность добывающего предприятия и срок его существования. В свою очередь производительность определяет удельные затраты или себестоимость выпускаемой продукции.

Зависимость себестоимости от производительности имеет сложный характер, так как в структуру затрат входят три составляющие:

- *пропорциональные затраты*, общая сумма которых прямо пропорциональна производительности, а удельное значение в расчете на 1 т продукции остается постоянным (затраты на энергию, материалы, труд и т.п.);

- *условно-постоянные* затраты, общая сумма которых пропорциональна времени существования предприятия, а удельное значение уменьшается пропорционально производительности (обще-цеховые и административные затраты и т.п.);

- *амортизация основных фондов*, общая стоимость которых возрастает пропорционально производительности, а удельная - обратно пропорционально сроку службы.

Как было показано в разделе 1.5, общая зависимость себестоимости от производительности имеет характер вначале быстро убывающей, а затем медленно возрастающей функции, причем в достаточно широком интервале производительности (от 0,7 до 1,4 оптимального значения) себестоимость меняется незначительно. На крупных карьерах и подземных рудниках интервал произво-

Таблица 4.2

Полезное ископаемое	Месторождение, страна	Запасы (с учетом добытых)
Природный газ	Медвежье, Россия	$3,5 \cdot 10^{12}$ м ³
Нефть	Гавар, Саудовская Аравия	$10 \cdot 10^9$ т
Золото (металл)	Витватерсранд, ЮАР	$10 \cdot 10^3$ т
Медь (металл)	Удоканское, Россия	$18 \cdot 10^6$ т
Молибден (металл)	Кляймакс, США	$80 \cdot 10^4$ т
Железные руды	Яковлевское, Россия	$10 \cdot 10^9$ т
Уран	Инкай, Казахстан	$30 \cdot 10^4$ т

дительности, в котором себестоимость остается постоянной, оказывается еще более широким.

Однако реальная величина прибыли от эксплуатации месторождения будет определяться не только себестоимостью продукции. Запасы месторождения при оптимальной производительности предприятия должны обеспечивать его работу сверх срока окупаемости начальных вложений, на период, достаточный для достижения приемлемой нормы прибыльности.

Месторождение с малыми запасами может быть высокорентабельным и, наоборот, крупное месторождение низкорентабельным.

Экономическая ценность месторождения определяется не столько абсолютной величиной его запасов, сколько способностью этих запасов обеспечить приемлемую норму прибыльности предприятия при оптимальной производительности.

4.2. КАЧЕСТВО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

4.2.1. ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

С позиции оценки качества все твердые полезные ископаемые могут быть разделены на три группы, в которых ценность представляет:

- химический элемент (или химическое соединение);
- минерал, обладающий некоторыми особыми свойствами;
- вся добываемая из недр горная масса.

К первой из указанных групп относятся все руды металлов и горно-химическое сырье, такое как фосфориты, бор, сера. Основным показателем качества сырья этой группы является *содержание ценного компонента*.

В большинстве случаев содержание определяется в процентах (по массе) ценного элемента или соединения. Качество руд *железа, марганца, меди, никеля, кобальта, свинца, цинка, олова, молибдена, ртути, сурьмы*, а также *серы* принято оценивать в процентах содержания металла (элемента). Качество руд *благородных металлов* принято оценивать в граммах металла на тонну руды (г/т). Качество руд *хрома, титана, ванадия, вольфрама, тантала, ниобия, фосфора, бора* принято оценивать в процентах содержания оксидов: Cr_2O_3 , TiO_2 , V_2O_5 , WO_3 , $(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_5$, P_2O_5 , B_2O_3 .

Качество сырья *россыпных месторождений* металлов оценивается в единицах массы ценного минерала (золота, ильменита, рутила, касситерита и т.п.) на единицу объема песков, т.е. в

г (мг)/м³ или кг/м³. Кроме того, качество благородных металлов (золота, платины) в россыпях дополнительно характеризуется *пробностью*, т.е. чистотой природного самородного металла, выраженной в тысячных долях. Так, пробность золота 750 означает, что в 1 г природного золота содержится 750 мг химически чистого золота.

За рубежом измерение качества указанных полезных ископаемых в основном производится аналогично, но для золота и благородных металлов часто используются неметрические единицы (тройская унция на метрическую, "короткую" или "длинную" тонну, пенниуйт на фунт).

Некоторым исключением является также уран, содержания которого в России и республиках СНГ принято оценивать в процентах металла, а в западных странах - в процентах оксида U₃O₈.

Особым образом осуществляется оценка комплексных руд: медно-никелевых, свинцово-цинковых и т.п. Для оценки их качества вводится понятие условного металла, к содержанию которого приводятся фактические содержания остальных компонентов посредством коэффициентов, учитывающих их относительную ценность. Обычно в качестве условного выбирается металл (компонент), составляющий большую долю совокупной ценности сырья. Для пересчета содержаний остальных компонентов в содержания основного вначале рассчитываются пересчетные коэффициенты, определяемые как

$$K_{i/o} = \frac{C_i F_i}{C_o F_o},$$

где $K_{i/o}$ - коэффициент пересчета содержания i -го компонента в основной; C_i и C_o - цена готовой продукции i -го и основного компонентов; F_i и F_o - коэффициенты извлечения i -го и основного компонентов в готовый продукт.

Затем рассчитывается содержание условного металла (компонента):

$$C_y = C_o + C_1 K_{1/o} + C_2 K_{2/o} + \dots + C_i K_{i/o},$$

где C_y - содержание условного компонента (в % или г/т); C_o - содержание основного компонента; C_1, C_2, C_i - содержания прочих компонентов; $K_{1/o}, K_{2/o}, K_{i/o}$ - коэффициенты пересчета содержаний прочих компонентов в содержания основного, рассчитанные как указано выше.

В зависимости от содержаний основного ценного компонента, руды металлов могут делиться на богатые, рядовые и бедные. Естественно, что значения содержаний, определяющие отнесение руд к богатым, рядовым или бедным, для руд разных металлов неодинаковы (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Полезное ископаемое	Содержание основного компонента в рудах			Примечание
	богатых	рядовых	бедных	
Железо	> 50 %	40 - 50 %	40 - 20 %	Богатые руды поступают непосредственно в плавку. Бедные и рядовые требуют обогащения
Медь, никель	>3-5 %	1 - 3 %	0,7 - 1 %	Богатые руды могут поступать в плавку
Молибден	>0,2 %	0,1 - 0,2 %	0,1 %	Руды требуют обогащения
Золото	>10 г/т	5 - 10 г/т	2 - 5 г/т	То же

Кроме содержания основных полезных компонентов, качество металлических руд может определяться содержанием попутных ценных примесей, вредных примесей и некоторыми дополнительными свойствами руд (естественной кусковатостью, плавкостью и др.).

Основные виды ценных и вредных примесей, встречающихся в рудах черных, цветных и редких металлов, приведены в табл. 4.4 [14, 28].

Качество сырья, содержащего ценные минералы, определяется, с одной стороны, содержанием (в %, г/т, кг/т или кар/т) ценного минерала, а с другой - размерностью и особенностями кристаллосырья. Как правило, такое сырье разделяется на сорта, выход которых на разных месторождениях может быть различным. Практически качество обычно оценивается комплексным показателем, учитывающим выходы конкретных сортов и их ценность и выраженным в денежных единицах извлекаемой ценности с 1 т горной массы.

Для *асбеста* и *слюды* качество кристаллосырья определяется

Таблица 4.4

Тип руд	Основные ценные примеси	Вредные примеси
Железные	Mn, Cr, V*	P ₂ O ₅ , S**
Медно-никелевые	Co, Pt, Pd, Se, Te	-
Медно-колчеданные	S, Co, Au, Ag, Se, Te, Bi, Jn, Cd, Ga, Ge	As, Sb***
Свинцово-цинковые	Aq, Cd, In, Au, Ge, Ga, Se, Te, Tl	As, Sb***
Медно-молибденовые и молибденовые	Re	-
Золото-серебряные	-	As, Sb***
Бериллиевые, литиевые	Rb, Cs, Sn	-
Тантал-ниобиевые	TR, Zr, Ba, F	Th***

* Природно-легирующие примеси, повышающие качество чугуна и стали.
** Ухудшают свойства чугуна и стали.
*** Образуют при переработке вредные отходы.

в основном размерностью (длиной волокна у асбеста, площадью пластин у слюд). Для *пъезокварца, оптических кальцита и флюорита* - размерностью бездефектных зон в кристаллах и другими свойствами. Для *самоцветов* - размерностью монокристаллов, характером окраски и др.

Особо сложным является определение качества *алмазного сырья* и драгоценных камней: оно обусловлено размерностью кристаллов, их чистотой, окраской и др.

При оценке месторождений алмазов и драгоценных камней обычно отбирают представительную партию кристаллов и направляют ее для оценки специалистам - геммологам. Иногда такая оценка выполняется с изготовлением (огранкой) и реализацией пробной партии готовых изделий. Результатом оценки является определение средней цены 1 кар камней данного месторождения. Этот показатель сильно варьирует для разных месторождений и может существенно влиять на экономику их освоения.

В принципе, к месторождениям сырья этой группы иногда приложимы понятия "богатые", "рядовые" или "бедные" по содержанию компонентов, однако характеристики качества кристаллосырья обычно играют определяющую роль. Так, месторождение алмазов Кумдыколь (Казахстан) характеризуется уникально богатыми рудами (до 100 кар/т). Однако алмаз здесь исключительно мелкий, технический, дешевый. Извлекаемая ценность кристаллосырья с 1 т руды оказывается поэтому относительно низкой. В то же время трубки месторождения им. Ломоносова (Россия) при в десятки раз более низком содержании алмазов характеризуются высоким выходом ювелирных камней, что обеспечивает значительно большую извлекаемую ценность.

Качество сырья третьей группы (*стройматериалы, твердое топливо, керамическое сырье, огнеупоры, тальк и пирофиллит, минеральные пигменты, цеолиты* и др.), а также бокситов и хромитов оценивается соответствием его определенных свойств требованиям ТУ, ОСТов, ГОСТов или соглашений с потребителем. В некоторых случаях (бокситы, угли, асбест и др.) этими требованиями определяется деление сырья на ряд сортов или марок, однако сырье одного месторождения чаще всего соответствует одному сорту (марке).

Требования, предъявляемые к тем или иным видам такого сырья, весьма разнообразны. Так, для *бокситов* в России ГОСТами установлено 7 марок сырья с различным целевым назначением, отличающихся по так называемому "комплексному показателю качества", вычисляемому по содержаниям основных оксидов: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CO_2 , CaO и др. Кроме того, лимитируются минимальное содержание Al_2O_3 и максимальные - вредных при-

месей (S, P₂O₅ и др.). Для *углей* выделяется более 12 марок, отличающихся по содержанию углерода и летучих, удельной теплоте сгорания, содержанию золы и др.

Для *нефти* определяется содержание метановых, нафтеновых, ароматических углеводородов, фракционный состав, содержание смол, серы, наличие примесей редких элементов и др.

Для *газа* определяется содержание метана и других углеводородов, азота, углекислоты, сероводорода, гелия. Высокое содержание двух последних компонентов может определять специальное использование газа для их извлечения.

Строительный камень как сырье для производства щебня делится на сорта по составу, прочности (сопротивлению сжатию) и морозостойкости.

В целом сырье этой группы должно всегда удовлетворять конкретным сортовым требованиям, устанавливаемым с учетом определенного целевого использования.

Месторождение может иногда характеризоваться преобладанием высших сортов, и его ценность будет в этом случае выше, или низших, являясь менее ценным. Однако при одинаковом сортовом составе (одинаковом назначении сырья) *сырье этой группы по качеству не разделяется*.

Качество подземных вод определяется с учетом их целевого назначения: питьевое, хозяйственное, бальнеологическое и пр. На качественную характеристику вод хозяйственно-питьевого назначения основное влияние оказывает концентрация вредных веществ: солей, тяжелых металлов, радионуклидов и др., а также наличие микроорганизмов. При разведке месторождений подземных вод потенциальный потребитель устанавливает требования к их качеству с учетом намечаемого использования.

4.2.2. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ОЦЕНКУ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Для *сырья первой группы* (руды металлов, химических продуктов, урана) содержание компонентов в добытой руде при постоянных затратах на добычу и переработку 1 т сырья определяет выход товарной продукции, а следовательно, и величину удельного дохода и прибыли.

Соответственно чем выше содержание компонента, тем в принципе всегда выше экономическая ценность месторождения.

Ошибки в оценке средних содержаний обуславливают изменение удельного дохода и прибыли практически на величину этой ошибки. Особенно опасны при этом ошибки, ведущие к завышению расчетных содержаний относительно реально достигаемых,

так как ожидавшиеся и признанные приемлемыми величины дохода и прибыли становятся при этом недостижимыми, а реально получаемые могут оказаться уже неприемлемо малыми. Однако недопустимы и грубые ошибки обратного знака, поскольку при отказе от освоения объекта вследствие оценки его как низкодоходного, в то время как в действительности этот объект является рентабельным, предприниматель несет убытки в виде упущенной выгоды.

Для месторождений руд цветных, редких и благородных металлов, а также урана характерны высокая изменчивость содержания компонентов в элементарных объемах недр. Поэтому основной при их оценке оказывается проблема правильного определения средних содержаний в относительно крупных объемах добычи (блоках, участках, по месторождению в целом) по данным анализов разведочного опробования.

Для сырья второй группы (горно-техническое, пьезооптическое, камнесамоцветное, алмазы) показатель содержания дополняется показателем сортового состава (сортовой ценности) или заменяется комплексным показателем качества, т.е. непосредственно величиной ожидаемого удельного дохода. Связь качественных характеристик сырья и экономических показателей освоения выступает здесь еще более отчетливо. Важная особенность месторождений этих сырьевых материалов - проявление для большинства из них закона обратной (причем нелинейной, гиперпропорциональной) зависимости содержания и ценности отдельных сортов. В силу этого суммарная ценность сырья часто определяется в первую очередь содержанием наиболее редких сортов (классов), а точность ее общей оценки оказывается зависящей от наименее точно оцениваемых содержаний (выходов) таких редких классов. Для уточнения сортовых выходов на месторождениях этих видов сырья часто приходится прибегать к крупнообъемному опробованию, так как в крупных пробах вероятность обнаружения высокосортных кристаллов выше.

Так, на месторождениях алмазов общая ценность сырья обычно определяется содержанием кристаллосырья класса +4 мм. Однако чем крупнее кристалл, тем реже он встречается, и доля кристаллов размером 8–10 мм и более по малообъемным геологическим пробам всегда оценивается с большой погрешностью.

На месторождениях пьезооптического и камнесамоцветного сырья ценные минералы обычно встречаются в виде гнезд, шлиров, занорышей и т.п., положение которых в недрах заранее непредсказуемо. При этом содержание в каждом из таких скоплений наиболее высокосортного сырья также непредсказуемо и в

целом мало. Эксплуатация месторождений такого сырья всегда характеризуется крайне неравномерным во времени поступлением доходов и в целом сопряжена с повышенным риском.

Для сырья третьей группы неподтверждение качественных характеристик полезного ископаемого после начала эксплуатации практически адекватно полному отсутствию реальных ресурсов требуемого минерального сырья и ведет к необходимости ликвидации созданных предприятий.

Характерно, что ошибки в оценке качества любых видов сырья выявляются и негативно влияют на экономику предприятий с самого начала эксплуатационных работ. Поэтому общие требования, которые могут быть предъявлены к правильности и точности оценок показателей качества сырья, должны быть очень жесткими.

4.2.3. ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ

Качество сырья обычно оценивается по состоянию в недрах. Однако на экономику влияет качество той массы сырья, которая фактически добывается из недр и поступает в переработку. Эта масса практически всегда характеризуется некоторым засорением пустой породой (разубоживанием), а в некоторых случаях - ухудшением качественных свойств вследствие механического воздействия при добыче.

В горной практике известны примеры, когда из-за чрезмерного разубоживания при неоправданном применении массовых систем выемки добываемая горная масса оказывалась вообще непригодной для дальнейшей переработки и направлялась в отвалы. Полезное ископаемое при этом в процессе добычи в значительной части терялось, а первоначальная оценка его запасов в недрах не подтверждалась, что вызывало необоснованные претензии к геологам (Шерловогорское оловорудное, Чонкойское ртутное месторождения и др.).

Таким образом, правильность и точность оценки качественных характеристик добываемого сырья зависит *не только от правильности и точности их оценки для запасов в недрах, но и от соответствия выбранной технологии добычи реальным особенностям залегания полезного ископаемого в недрах.*

Неоправданное применение взрывных работ или неправильный выбор параметров взрывания может нанести непоправимый ущерб качеству такого сырья, как облицовочный камень, для которого крайне важна определенная размерность моноблоков. В свое время погоня за "валом" и применение массовых взрывов привели к порче ряда месторождений редких разновидностей мрамора, при-

годных теперь только для производства крошки. Специальные технологии выемки должны обязательно предусматриваться и при разработке месторождений такого сырья, как пьезооптические кристаллы, ювелирные и поделочные камни.

4.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРЬЯ

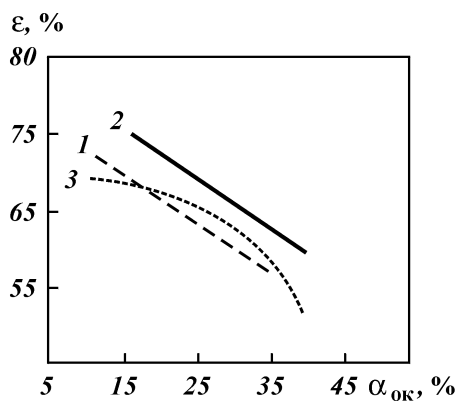
Под технологическими свойствами сырья понимают способность добытого из недр сырья превращаться в процессе первичной переработки в товарный продукт. В случае комплексного характера полезных ископаемых задачей первичной переработки часто является также получение отдельных продуктов по каждому ценному компоненту.

Способность сырья к обогащению определяется размером минеральных индивидов, характером сростков минералов и минеральным типом руд. Так, большинство сульфидов хорошо флотируется, и обогащение сульфидных руд цветных и редких металлов, а также пирита не представляет трудностей. В то же время окисленные минералы этих металлов флотируются плохо, и показатели извлечения резко снижаются с повышением содержания окисленных минеральных форм (рис. 4.1). Поэтому для сульфидных руд важнейшее значение имеет установление соотношений окисленной и сульфидной минеральных форм в рудах.

Чем меньшая степень измельчения сырья требуется при переработке, чем проще используемая схема обогащения, чем выше извлечение и ниже потери, тем в общем случае ниже удельные затраты на переработку, а следовательно, лучше технологические свойства сырья.

Способность сырья к обогащению оценивается по результатам испытаний технологических проб. Такие испытания обычно выполняются специальными институтами или фирмами. Грубые ошибки при проведении испытаний

Рис. 4.1. Зависимость извлечения цветных металлов в концентрат ε от содержания окисленных минеральных форм $\alpha_{ок}$.
1 - свинец, 2 - цинк, 3 - медь



маловероятны. Однако технологические пробы должны быть представительными для месторождения и правильно отражать вещественно-минералогические особенности руд по всем имеющимся сортам и типам сырья.

Непредставительность технологических проб вследствие ошибочного или преднамеренного отбора материала только с участков, сложенных лучшими по технологическим свойствам рудами, может привести к неподтверждению ожидаемых показателей извлечения и потерь после ввода предприятия в действие, росту удельных затрат и, в пределе, сделать освоение месторождения нерентабельным.

Правильность оценки технологических свойств сырья, в первую очередь показателя извлечения, может повлиять на экономическую оценку объекта достаточно сильно. При правильном отборе представительных проб и квалифицированном выполнении испытаний такие ошибки маловероятны, однако такое опробование требует *обязательного предварительного изучения пространственной изменчивости технологических свойств* - т.е. *технологического картирования*, выполняемого по мелкообъемным технологическим пробам и данным минералогического изучения.

Наличие в сырье попутных ценных компонентов повышает экономическую ценность сырья. Однако их извлечение не всегда легко осуществимо. Сравнительно легко извлекаются из колчеданных медных и полиметаллических руд золото, серебро, кадмий, индий, галлий, селен, теллур, висмут и некоторые другие элементы, которые связаны с основными рудообразующими минералами, накапливаются при их обогащении в концентратах, а при металлургическом переделе - в различных отходах, откуда они попутно или специальной переработкой могут быть достаточно просто извлечены [14]. Однако в некоторых случаях накапливающиеся в отходах элементы не могут быть извлечены при приемлемых затратах (например, скандий в отходах глиноземного производства - "красных шламах") [14].

Если попутные компоненты заключены в собственных самостоятельных минералах (тантал-ниобиевые минералы в железных рудах, редкоземельные - в апатитовых рудах и др.), их извлечение, как правило, требует определенного усложнения технологических схем для получения отдельных концентратов. Такие усложнения должны компенсироваться ценностью продуктов, что может не всегда обеспечиваться. Целесообразность такого дополнительного передела может повышаться, если примесь попутного компонента в основном продукте является вредной и очистка от нее позволяет повысить товарную ценность продукта. При

этом убыточность производства попутной продукции может компенсироваться дополнительной ценностью основной, что и делает его экономически целесообразным.

Оценивая экономическое значение различных попутных ценных компонентов, необходимо также иметь в виду, что возможные масштабы их производства обычно зависят от масштабов производства основного продукта, в то время как спрос на соответствующую продукцию может быть ограничен. Поэтому, оценивая целесообразность извлечения таких компонентов, необходимо учитывать возможные масштабы и условия их реализации. Наличие извлекаемых попутных ценных компонентов, при реализации их в полном объеме, позволяет (иногда существенно) повысить рентабельность производства в целом. С другой стороны, трудности со сбытом даже высокоценной попутной продукции могут привести к тому, что расходы на ее получение и складирование превысят получаемый дополнительный доход. Кроме того, в платежах за пользование недрами обычно учитывается вся попутная продукция, независимо от ее реализации, так что общие затраты могут возрасти и за счет дополнительных налоговых начислений. Таким образом, наличие в сырье какого-либо высокоценного компонента (например, редкого или редкоземельного элемента) далеко не всегда повышает реальную ценность месторождений.

Ценность попутного компонента всегда следует соотносить с дополнительными расходами на его выделение и учитывать возможности реализации дополнительной продукции.

4.4. ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Каждый из возможных способов отработки предъявляет определенные требования к условиям залегания полезного ископаемого, крепости и устойчивости пород и руд, гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям месторождений. Чем проще эти условия, тем в общем случае ниже себестоимость добычи и выше экономические показатели освоения месторождения.

При горных способах отработки твердых полезных ископаемых основное значение имеют *сплошность строения* тел полезного ископаемого, *крепость и устойчивость пород и руд* и *степень обводненности* месторождений. Оценка всех этих характеристик по данным разведки скважинами, особенно на ранних стадиях изучения, часто бывает безошибочной. Именно необходимость получения достоверных данных по горно-техническим условиям эксплуатации вынуждает при разведке месторождений сложно-

го строения в том или ином объеме использовать горные выработки.

Следует отметить, что нередко горную разведку сводят к пересечению залежей системой квершлагов или ортов, расположенных на достаточно больших расстояниях (40 м и более). При этом сплошность тел полезного ископаемого по простиранию остается не выясненной. Для жильных тел небольшой мощности сплошность их строения вызывает сомнения, даже если пройденные редкие квершлагы (орты) не вскрывают таких перерывов.

Прогноз водопритоков в горные выработки, осуществляемый по данным пробных откачек из скважин, также не отвечает по точности задачам долгосрочного прогноза на весь период эксплуатации. Поэтому в процессе вскрытия и подготовки месторождений к освоению и по мере развития добычных работ рекомендуется продолжать гидрогеологические наблюдения и по их данным уточнять оперативные прогнозы водопритоков на предстоящие периоды.

При открытых работах себестоимость добычи определяется в первую очередь величиной коэффициента вскрыши, которая зависит от углов откоса бортов карьера, т.е. от устойчивости пород. Этот показатель, особенно в случае переувлажненного состояния пород, плохо поддается прогнозу. В то же время уменьшение углов откоса на действующем карьере является весьма непростой задачей и влечет за собой значительные дополнительные затраты.

Могут допускаться ошибки и в оценке крепости и устойчивости пород, особенно если массив характеризуется неравномерностью этих свойств. Так, при разведке Гайского медноколчеданного месторождения было недооценено наличие в породах вскрыши окремненных участков и для вскрышных работ было предусмотрено применение высокопроизводительных роторных комплексов. В реальных условиях использовать эти комплексы не удалось, что привело к финансовым потерям.

Вместе с тем, некоторые погрешности в оценках физических характеристик и условий обводненности могут быть учтены и скорректированы в процессе подготовки месторождений к освоению.

При вскрытии и подготовке к освоению сложных месторождений, разведывавшихся в основном скважинами, следует быть готовым к некоторым "сюрпризам" в отношении горно-технических условий эксплуатации. Выбираемые параметры систем и технологий выемки следует оперативно корректировать по данным эксплуатационной разведки и горно-подготовительных работ.

4.5. ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Горные предприятия приходится строить там, где расположены месторождения, хотя эти районы могут быть неблагоприятны для создания промышленных объектов.

Географо-экономические условия районов влияют на экономику предприятий прежде всего через величину затрат, необходимых на создание инфраструктуры.

Горное предприятие представляет собой достаточно сложное хозяйство, нуждающееся в обеспечении энергией, технической и питьевой водой, теплом и материалами. Как и всякое производство, горное предприятие требует рабочей силы, которой очень часто в районе месторождения нет. Завоз рабочей силы к месту работ требует создания определенной системы жизнеобеспечения: жилья, предприятий общественного питания, торговли, медицинского обслуживания и т.п. [14]. Нередки случаи, когда горное предприятие является единственным промышленным объектом района и даже единственным обитаемым пунктом, в связи с чем все затраты по созданию необходимых объектов инфраструктуры оно вынуждено принимать на себя.

К числу важнейших факторов, определяющих затраты на создание инфраструктуры, да и самих предприятий, относятся:

- пути сообщения: расстояния до ближайших железнодорожных станций, портов, речных пристаней, крупных населенных пунктов, пунктов связи, вид и состояние внутренних дорог, наличие на путях водных преград и характер переправ;
- условия энергообеспечения: наличие в районе государственных линий электропередачи или местных электростанций, наличие свободных мощностей, цены на энергию, протяженности линий дополнительных электропередач, строительство которых будет необходимо;
- условия водоснабжения: наличие крупных рек, водоемов, качество воды и возможность использования ее для технических и питьевых целей, наличие разведанных запасов подземных вод, необходимый объем строительства водозаборов, водоводов, водохранилищ, очистных сооружений и т.д.,
- наличие лесных ресурсов и местных стройматериалов (пески, глины, гравий, камень и т.п.);
- наличие местных ресурсов топлива: угля, торфа, газа и возможность их использования для нужд будущего предприятия;
- наличие рабочей силы, потребность в ней, необходимые объемы строительства объектов жизнеобеспечения.

Соответствующая информация должна быть собрана, систематизирована и представлена в материалах по месторождению.

Следует заметить, что при создании новых горных предприятий в условиях экономически неосвоенных районов возможны два концептуальных подхода. При первом из них создание горного предприятия рассматривается как градообразующий фактор, определяющий экономическое развитие районов. Соответственно создание всей инфраструктуры осуществляется с расчетом ее сохранения и использования после отработки месторождения. При втором подходе создание горного предприятия рассматривается как фактор исключительно временный. Создание инфраструктуры осуществляется с учетом ее использования только в период эксплуатации месторождения, с последующей ликвидацией. На первый план при этом, естественно, выступают соображения максимальной экономии затрат.

Первая концепция являлась определяющей при плановой экономической системе в бывшем СССР. Создание городов и поселков постоянного типа считалось обязательным элементом освоения новых месторождений. При этом, несомненно, позитивным моментом являлось освоение и обживание крупных свободных территорий, что остается достаточно актуальным и для современной России. Однако по мере отработки базовых месторождений созданные населенные пункты порождают социальные проблемы - занятости населения, поддержания объектов жизнеобеспечения и т.п., решение которых в рыночных условиях находится не всегда [14].

Вторая концепция господствует во многих зарубежных странах (Канада, Австралия). При создании новых горных предприятий здесь, как правило, используется вахтовый метод труда и на объектах строятся лишь временные жилые блочно-модульные сооружения, демонтируемые по завершении эксплуатации. Естественно, затраты на освоение месторождения оказываются в этом случае меньшими, а социальных проблем при ликвидации предприятий не возникает.

Вопросы инфраструктуры для России, особенно в условиях ее северных и восточных районов, оказываются главнейшими. Освоение многих известных месторождений здесь сдерживается из-за необходимости очень больших вложений в инфраструктуру, даже при ориентировке на вахтовый метод труда.

При экономической оценке месторождений необходимо также учитывать характер производимого продукта с точки зрения его транспортабельности, наличие конкретных потребителей и расстояние транспортировки продукции.

Для месторождения высокоценных полезных ископаемых, при

эксплуатации которых конечная продукция получается весьма компактной по массе (благородные металлы, алмазы, пьезооптическое сырье, драгоценные и поделочные камни), расстояние до потребителя и вид транспорта не имеют значения. Такие продукты могут транспортироваться на любые расстояния и любыми средствами, вплоть до авиации. Концентраты редких и цветных металлов обычно выдерживают достаточно протяженную транспортировку автомобильным и практически любую - железнодорожным и водным транспортом. Для железных руд, углей, агрохимического сырья (и т.п.) дальние перевозки обычно целесообразны только водным или железнодорожным транспортом. При этом часто устанавливаются жесткие связи с конкретным потребителем, которому поставляется продукция. Наконец, такое сырье, как стройматериалы, низкокачественные угли и другое подобное, обычно может добываться только при наличии местных потребителей и в объеме их потребностей. Транспортировка такого сырья обычно осуществляется в пределах местных хозяйственных систем.

Следует отметить, что транспортные коммуникации России, особенно автомобильные дороги, развиты относительно слабо. По плотности железных дорог (в км на 1 км² территории) Россия уступает США почти в 4 раза, а автодорог - более чем в 30 раз.

Географо-экономические условия районов в принципе определяются безошибочно. Ошибки в учете их влияния могут быть связаны только с приближенностью оценки величин конкретных затрат на строительство тех или иных сооружений, что обычно учитывается включением в сметы определенного резерва на непредвиденные расходы.

Экологические условия эксплуатации месторождений определяются следующими факторами:

- наличием на территории особо охраняемых природных объектов (заповедники, заказники, национальные парки и др.);
- хозяйственной ценностью отчуждаемых земель (сельхозугодия, леса);
- возможными экологическими последствиями производимых нарушений целостности недр, водного режима и т.п.;
- стоимостью необходимых природоохранных и природовосстановительных мероприятий.

В случае отчуждения в виде горных отводов сельхозугодий или участков лесного фонда владельцы этих земель имеют право на компенсацию. Кроме того, соответствующими решениями органов исполнительной власти компенсационные выплаты могут устанавливаться владельцам смежных земельных участков, не

входящих в горный отвод, если доказано, что деятельность предприятия наносит им определенный ущерб. Так, нарушение естественного водного режима может распространяться далеко за пределы отводов и наносить ущерб водоснабжению, сельскому хозяйству, рыболовству и т.п. Такие компенсационные выплаты должны относиться на себестоимость продукции горных предприятий.

Размер выплат должен определяться, исходя из ценности отчуждаемых (нарушаемых) угодий и размера потенциальных доходов, которые могли бы быть получены владельцем при сохранении собственности в течение срока, на которой производится отчуждение. Однако кадастровый учет ценности земель в России еще не налажен, а общепринятая методика исчисления доходов не разработана.

Затраты, связанные с географо-экологическим фактором, состоят:

- из компенсационных выплат по возмещению ущерба владельцам отчуждаемых земель, а также смежных участков, если установлен факт такого ущерба от деятельности предприятий;
- из увеличения текущих эксплуатационных расходов за счет осуществления специальных мероприятий по предотвращению ущерба или снижению вредного влияния эксплуатационных работ на природную среду;
- из отчислений на создание специальных фондов, предназначенных для реабилитации территорий после завершения эксплуатационных работ поэтапно на отдельных участках и в целом по объекту.

Оценка вероятных затрат на природоохранные и природовосстановительные мероприятия при освоении конкретных месторождений представляет собой достаточно сложную задачу, решение которой может потребовать специальных экологических исследований. Конкретные решения экологических вопросов нередко находятся в области правового поля.

5

ГЛАВА

КОНДИЦИИ НА МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗАПАСЫ И СРЕДНИЕ СОДЕРЖАНИЯ

5.1. НАЗНАЧЕНИЕ КОНДИЦИЙ

Реальную промышленную ценность часто может представлять не все месторождение в геологических границах, а лишь некоторая его часть, по качественным характеристикам сырья и условиям залегания полезного ископаемого пригодная для рентабельной эксплуатации [2, 3, 6, 14].

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

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

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

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

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

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

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

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

ТЭО кондиций подлежат государственной экспертизе. Конкретные требования к содержанию и оформлению материалов ТЭО кондиций устанавливаются специальными документами Минприроды РФ*.

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

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

Параметры эксплуатационных кондиций, по сравнению с параметрами разведочных, могут быть дифференцированы с учетом полученных в процессе доразведки и эксплуатации уточненных

* *Временное руководство по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу ТЭО кондиций на минеральное сырье.* – М.: изд. Минприроды РФ, 1997.

данных об особенностях залегания, крепости и устойчивости пород и руд, гидрогеологических условий месторождений и их участков и технологических свойств сырья, влияющих на уровень эксплуатационных затрат.

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

5.2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНДИЦИЙ И ИХ РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ

5.2.1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНДИЦИЙ И ПРИНЦИПЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

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

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

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

Бортовое содержание (за рубежом cut off grate - "отрезающее" содержание) - это минимальное содержание компонента (или суммы ценных компонентов в пересчете на условный компонент), при котором элементарный объем недр может быть отнесен к контуру промышленных запасов. Так как при разведке и подсчете запасов месторождений в качестве элементарных объемов недр обычно выступают объемы (блоки), характеризующиеся единичными пробами, бортовое содержание часто определяют как минимальное содержание в единичной пробе, при котором эта проба (а точнее - характеризующий ею элементарный блок) может относиться к контуру промышленных запасов.

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

$$\text{ИЦ} = \text{ПЗ},$$

где ИЦ - извлекаемая ценность полезного компонента в блоке; ПЗ - предстоящие затраты на добычу и переработку заключенного в блоке сырья.

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

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

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

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

$$C_{\min} = Z / \left(\frac{C}{K_n} (1-p) \right), \quad (5.1)$$

где Z - предстоящие затраты на получение единицы готовой продукции (металла, концентрата и др.) из блока данного размера; C - цена реализации единицы готовой продукции; p - разубоживание при добыче; K_n - коэффициент извлечения при переработке.

Однако практическое использование этой формулы применительно к бортовому содержанию возможно только в случаях, когда очевидно, что предстоящие затраты на выемку элементарного блока постоянны и от принимаемого значения бортового содержания не зависят. Такая ситуация может возникнуть, если изменения морфологии и размеров тел полезных ископаемых, связанные с вариациями значений бортовых содержаний, не влияют на систему обработки и способ выемки. Чаще всего это имеет место на месторождениях с крупными телами, сплошность (моно-литность) которых в анализируемом диапазоне значений бортовых содержаний остается неизменной, а размеры меняются не слишком сильно (рис. 5.1, *а*).

Если же изменение значения бортового содержания ведет к нарушению сплошности или к сильным вариациям размеров тел (рис. 5.1, *б*), для вариантов их оконтуривания при разных бортовых содержаниях могут потребоваться разные системы обработки или технологии выемки, что обусловит неодинаковую величину предстоящих затрат и сделает аналитический расчет бортового содержания невозможным. В таких случаях значение бортового содержания находят методом вариантов, оконтуривая месторождение по нескольким его значениям и просчитывая для них фактические затраты и итоговые экономические показатели освоения, по оптимальным значениям которых и выбирается лучший вариант и соответствующее ему значение бортового содержания.

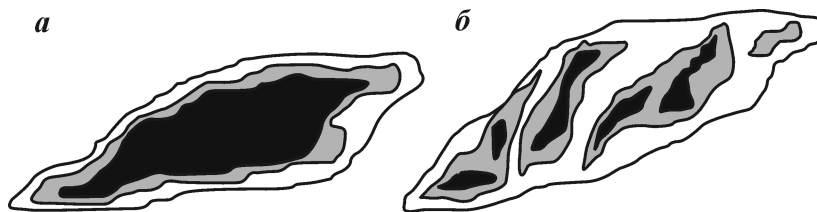


Рис. 5.1. Схематические планы рудных залежей, оконтуренных при разных значениях бортового содержания:
а - сплошность залежи с повышением бортового содержания не нарушается, размеры ее меняются не слишком сильно; *б* - сплошность залежи с повышением бортового содержания нарушается, размеры меняются сильно

Практически важно различать два основных случая установления лимитного содержания для оконтуривания запасов. В первом из них особенности объекта определяют необходимость выемки всей мощности залежи в ее геологических границах, независимо от распределения ценного компонента. Задача оконтуривания сводится при этом к определению внешних экономических границ отработки в плоскости залежи. Подобное положение имеет место при отработке россыпей или жил с четкими границами. Оконтуривающий лимит в этом случае определяется на полное пересечение рудного тела. Во втором случае границы рудного тела по мощности могут быть установлены только по некоторому лимитному содержанию на контуре, и подлежащая выемке мощность залежи является функцией этого лимита. Оконтуривающий лимит при этом устанавливается на единичную пробу.

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

В некоторых случаях оконтуривание месторождений целесообразно выполнять с использованием двух оконтуривающих лимитов: бортового содержания в пробе для оконтуривания по мощности и бортового метропроцента в пересечении (оконтуривающей выработке) для оконтуривания в продольной плоскости. Значение последнего определяется произведением расчетного минимума содержания на минимальную рабочую мощность (см. ниже). Если тело имеет четкие геологические границы (россыпи, разрабатываемые драгой на полную мощность рыхлых отложений - от поверхности до плотика, а также жилы с четкими контактами), метропроцент (метрограмм) на полное пересечение становится единственным оконтуривающим показателем.

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

Минимальная выемочная (рабочая) мощность полезного ископаемого представляет собой минимальную мощность слоя, извлечение которого из недр технически осуществимо при выбранной технологии добычи [14].

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

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

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

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

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

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

$$K = (Z_n - Z_o) / Z_{вс},$$

где Z_n и Z_o - себестоимость добычи 1 т руды подземным и открытым способами; $Z_{вс}$ - себестоимость извлечения 1 т (1 м³) вскрышных пород.

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

- содержание вредных примесей больше предельного исключает возможность получения из сырья товарной продукции заданного сорта;

- распределение вредных примесей на месторождении неравномерное и возможно оконтуривание в пространстве сортов и типов сырья, различающихся по их содержанию.

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

5.2.2. ОСОБЕННОСТИ ОБОСНОВАНИЯ ЛИМИТНЫХ СОДЕРЖАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

В реальной ситуации при расчете минимальных лимитных содержаний приходится иметь дело с полезными ископаемыми, для которых цены устанавливаются на полезный компонент (металл) в концентрате или на концентрат с определенным содержанием ценного компонента. Сырье может содержать несколько ценных компонентов. Наконец, расчет кондиций в настоящее время, как правило, производят в двух вариантах: *базовом*, т.е. без учета налоговых выплат, включаемых в себестоимость продукции, и в *коммерческом*, с учетом таких налогов.

Общая расчетная формула (5.1) меняется в этих случаях следующим образом:

1. При расчете в базовом варианте по цене на компонент в концентрате

$$C_{\min} = (Z_d + Z_p) / C_{\text{кк}} K_i (1-p),$$

где Z_d - затраты на добычу; Z_p - затраты на переработку; $C_{\text{кк}}$ - цена компонента в концентрате.

2. При расчете в базовом варианте по цене концентрата

$$C_{\min} = (Z_d + Z_p) C_k / C_{\text{к}} K_i (1-p),$$

где $C_{\text{к}}$ - цена концентрата, а C_k - содержание компонента в нем.

При комплексном характере сырья расчеты ведутся в содержаниях условного компонента (см. раздел 4.2.1).

3. При коммерческом варианте расчета затраты определяются как сумма

$$(Z_d + Z_n + H),$$

где H - сумма налоговых выплат в удельном исчислении на единицу продукции. При этом необходимо учитывать, что налоговые выплаты могут включать как налоги, исчисляемые от погашаемых в недрах запасов (платежи за пользование недрами), так и налоги, исчисляемые от полученной продукции (ставки возмещения). В первом случае удельные налоговые выплаты H_n составляют:

$$H_n = C C_{\min} (1-p) P_n,$$

где P_n - ставка платы за недра; C - цена компонента.

Во втором случае

$$H_b = C_{\text{кк}} C_{\min} (1-p) K_n B,$$

где B - ставка возмещения.

5.3. НЕКОТОРЫЕ ПОГРЕШНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОКОНТУРИВАЮЩИХ ЛИМИТОВ КОНДИЦИЙ

Оконтуривающие лимиты, каковыми обычно являются бортовое содержание или минимальное содержание в пересечении, в процессе подсчетов запасов применяются, естественно, к значениям содержаний в пробах или в пересечениях, составленных из нескольких проб. Однако фактически при подсчетах из контура подсчитываемых запасов исключаются зоны влияния проб (пересечений), объем которых во много раз превышает объем проб. Если произвести выемку руды точно по отстроенному таким образом контуру, фактическое содержание в добытой руде окажется ниже расчетного, в то время как за контуром останется некоторое количество кондиционных руд. Это связано с тем, что действительные содержания в объемах влияния проб отличаются от содержаний в самих пробах, причем отличаются с определенной закономерностью: содержания в объемах влияния проб с высоким содержанием в целом оказываются ниже, а содержания в объемах влияния проб с низким содержанием - несколько выше, чем в самих пробах, поскольку первичная неравномерность распределения компонента тем более сглаживается, чем в больших объемах определяется содержание.

При оконтуривании по кондиционным лимитам из общей сово-

купности элементов избирательно исключаются элементы с содержанием ниже заданного. Однако доли таких элементов для совокупности проб (пересечений) и объемов их влияния будут неодинаковыми. Усреднение содержаний в больших объемах для зон влияния обусловит для их совокупности повышенный удельный вес запасов с содержанием ниже среднего и пониженный - с содержанием выше среднего относительно их весов в совокупности проб (пересечений). В результате доля запасов бедных руд, исключаемых кондиционным лимитом из общей совокупности, в действительности окажется несколько выше, чем доля таких проб (пересечений), а содержание в оконтуриваемых запасах соответственно возрастет.

На рис. 5.2 представлены гистограммы накопленных долей запасов участка некоторого месторождения золота, отстроенные для содержаний в полных пересечениях зотоносного тела по разведочным данным и для содержаний в блоках влияния этих пересечений по последующему эксплуатационному опробованию. Среднее значение содержания для обеих совокупностей одинаково и равно 5,5 г/т. Однако если диапазон колебаний содержаний в пересечениях очень широк (от долей до сотен грамм на тонну), то для содержаний в блоках он значительно уже и составляет

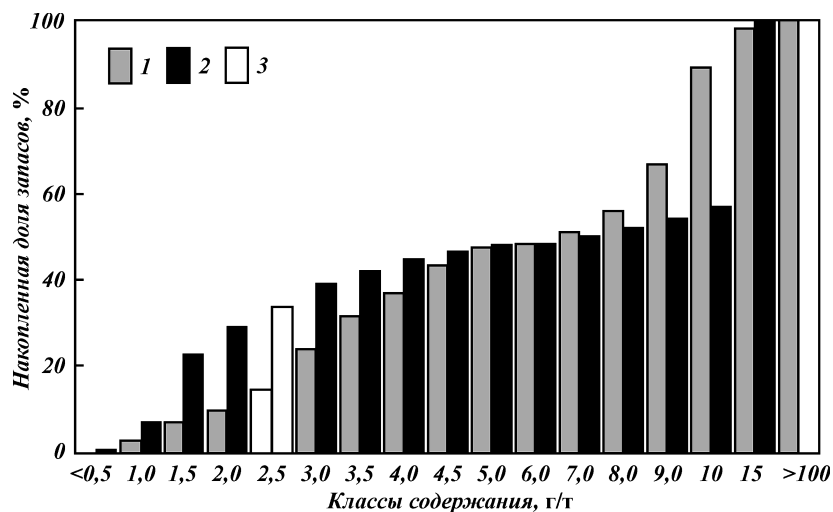


Рис. 5.2. Гистограмма накопленных долей запасов по классам содержания золота
 1 - 2 - расчетные данные соответственно по разведочным пересечениям (пробам) и по блокам влияния этих пересечений; 3 - значения, соответствующие принятому оконтуриваемому лимиту (2,5 г/т)

1 - 15 г/т, причем доли запасов в блоках с содержанием 1 - 5 г/т значительно выше частоты таких пересечений. При принятом бортовом лимите 2,5 г/т доля блоков с меньшим содержанием составляет более 30 %, а доля таких пересечений - лишь около 13 %. Среднее содержание в оконтуриваемых запасах, оцененное по опробованным пересечениям, составляет 7,5 г/т, в то время как среднее содержание в запасах блоков, отвечающих тому же лимиту, лишь 6,2 г/т.

Возможное расхождение между оценкой содержания в оконтуриваемых запасах и действительным содержанием в выделяемом таким образом объеме недр оказывается тем большим, чем меньше разница между принятым оконтуривающим лимитом и средним содержанием в месторождении. С практически заметным влиянием такой погрешности приходится сталкиваться при оценке месторождений золота, алмазов, редких металлов и др. По существу, именно в качестве процедуры, снижающей влияние подобных погрешностей, был разработан способ "кригинга" (см. раздел 3.4.2). Эффективность этого способа проявляется при расчете "кригинговых" оценок в зонах влияния разведочных пересечений (проб) и применении оконтуривающих лимитов к "кригированным" значениям (рис. 5.3).

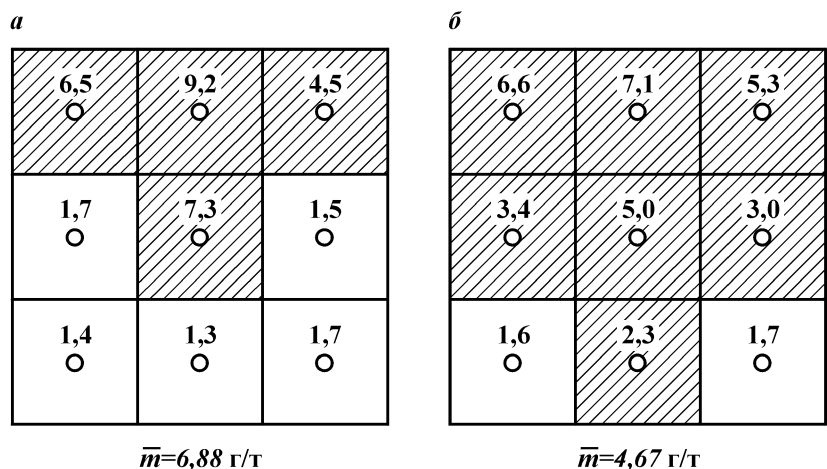


Рис. 5.3. Фрагменты плана золотоносного тела с данными опробования разведочных пересечений (при равных квадратных зонах влияния).
а - оконтуривание промышленной части по данным опробованных пересечений (бортовой лимит 2 г/т); *б* - оконтуривание по оценкам содержания в зонах влияния пересечений, вычисленным способом "кригинга" с учетом данных смежных пересечений. Цифры - содержания золота в (г/т); заштрихованное поле - промышленные запасы; \bar{m} - среднее содержание в промышленных запасах

Следует, однако, отметить, что применять процедуру “кригинга” можно только в условиях, отвечающих заложенной в него модели, т.е. при наличии взаимозависимости данных разведочных пересечений (проб), что проверяется соответствующим анализом (построением вариограмм). В случаях, когда такой взаимозависимости не наблюдается, классический “кригинг” не применим, но могут быть использованы некоторые эмпирические приемы корректировки результатов подсчетов.

Наиболее эффективен “кригинг” при обработке результатов эксплуатационного опробования и организации управления качеством добываемого сырья.

6

ГЛАВА

ОБЩАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РАСЧЕТ ДОХОДОВ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. СТАДИЙНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

В принципе, принятие решения о проведении каждой последующей стадии изучения недр, начиная со стадии оценки, должно получать экономическое обоснование.

Материалы подобных расчетов обычно оформляются в виде специальных документов: технико-экономических расчетов (ТЭР), технико-экономических соображений (ТЭС), технико-экономических докладов (ТЭД) или технико-экономических обоснований (ТЭО) предлагаемых решений. В зависимости от выводов таких расчетов компания принимает решение о переходе к следующей стадии геологоразведочных работ, о переходе к разведке с последующим освоением месторождения или же отказывается от продолжения работ ввиду высокого риска невозврата вложений или недопустимо низкой рентабельности будущего производства.

Согласно установленным в России нормам, на стадиях оценки и разведки технико-экономические расчеты являются обязательным элементом проводимых исследований. Обычно еще до завершения полного цикла разведочных работ на основании полученных сведений по запасам и качеству полезного ископаемого, распределению этих запасов в недрах, горно-техническим и технологическим условиям по месторождению составляется Технико-экономическое обоснование разведочных (оценочных) кондиций (ТЭО кондиций). В этом документе технико-экономическими расчетами обосновываются требования к качеству и горно-техническим условиям отработки запасов, позволяющие разделить последние на балансовые (рентабельные) и забалансовые (условно рентабельные) (см. раздел 3.6).

Следует также отметить, что с переходом к рыночной экономике в процессе экономической оценки месторождений и горных проектов возникает еще один важный аспект. В поисках необходимых инвестиций предприниматели часто вынуждены обращаться к банкам. Последние, стремясь к снижению рисков, требуют разработки специальных технико-экономических обоснований,

подтверждающих эффективность инвестиций и получение прибылей, гарантирующих обслуживание и возврат испрашиваемых кредитов. Имеющиеся ТЭО кондиций не всегда могут служить этой цели, и требуется разработка специальных документов.

Эксплуатация месторождения обычно начинается с наиболее легкодоступных и лучших по качеству его участков, поскольку предприниматель заинтересован в получении на начальном этапе максимальной прибыли, что необходимо для расчетов за полученные для строительства кредиты. Поэтому на начальном этапе эксплуатации может оказаться целесообразным повысить требования к качеству полезного ископаемого и горно-техническим условиям отработки (кондиции) для выделения наиболее высокоприбыльных, первоочередных для добычи запасов. Это повышение не должно, однако, приводить к превращению остающихся запасов в непромышленные. Для разработки эксплуатационных кондиций составляется специальное ТЭО. Такие ТЭО могут разрабатываться также для отдельных участков месторождения, резко отличающихся по геологическим, горно-техническим, технико-экономическим, технологическим и другим условиям от средних показателей, принятых при обосновании разведочных кондиций, а также в случае резких колебаний цен на производимую продукцию или какие-то потребляемые материалы (энергию, топливо и т.п.).

В процессе эксплуатации месторождения, опираясь на данные эксплуатационной разведки, соответствующими технико-экономическими расчетами систематически уточняют показатели кондиций, обеспечивая управление процессом добычи с целью достижения максимального экономического эффекта с учетом локально меняющихся геологических, горно-технических и других природных, а также колеблющихся внешних экономических факторов.

Таким образом, в принципе технико-экономические расчеты, характеризующие экономическую ценность запасов полезного ископаемого в недрах, также имеют определенную стадийность, увязывающуюся со стадийностью геологического изучения недр.

На *ранних стадиях геологического изучения (поиски)* такие расчеты носят сугубо приближенный характер и основываются главным образом на геологических аналогиях выявленных объектов с известными эксплуатируемыми месторождениями. На *стадиях оценки* эти расчеты приобретают вид специально разрабатываемых технико-экономических документов (ТЭД, ТЭС), в которых оцениваются возможные затраты и доход при эксплуатации и рассчитываются показатели рентабельности, позволяющие оценить целесообразность вложения средств в освоение объекта

и степень риска при таком вложении. Наконец, на *стадии разведки* и далее при *проектировании* и *эксплуатации* технико-экономические расчеты приобретают перманентный характер и служат не только и даже не столько для уточнения средних показателей рентабельности, сколько для оптимизации экономики всего процесса освоения на основе дифференцированного подхода к обработке отдельных участков месторождения, отличающихся по геологическим и горно-технологическим условиям.

За рубежом, в развитых горнопромышленных странах, существуют общепринятые понятия стадий экономической оценки месторождений и горных проектов, определяемых англоязычными терминами “*Pre-Feasibility study*” и “*Feasibility study*”, смысловое значение которых может быть передано как “предварительное изучение (оценка) возможности (осуществимости) проекта” (Pre-Feasibility) и “изучение (полное, детальное) возможности (осуществимости) проекта” освоения месторождения [18].

Термины Pre-Feasibility и Feasibility относятся в основном к экономическим расчетам, выполняемым по результатам предварительной разведки (оценки) и детальной разведки месторождений. Применительно к более ранним стадиям используются термины “Geological estimate” (геологическая оценка) или “Back of envelope” (оценка “внутри конверта”, “в черном ящике”), а к более поздним - “Bankable Feasibility” (оценка осуществимости, пригодная для банка, для обоснования финансирования), “Construction Fase” (стадия строительства, проектирования) или “Mining Report” (горный доклад, проект). Подобная стадийность рекомендована ООН для применения в развивающихся странах.

Примерное соответствие материалов технико-экономической оценки в нашей и зарубежной терминологии приведено в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Стадия изучения и освоения объекта	Стадии (материалы) экономической оценки	
	Россия	Зарубежные страны
Поиски	Аналоговая оценка и предварительные расчеты по геологическим данным	Geological estimate. Back of envelope
Оценка	ТЭО временных разведочных кондиций, ТЭД о целесообразности инвестиций	Pre-Feasibility study
Разведка	ТЭО постоянных разведочных кондиций	Feasibility study
Подготовка к освоению	ТЭО освоения, ТЭО эксплуатационных кондиций	Bankable Feasibility
	ТЭО освоения, техпроект	Mining Report. Construction Fase

Следует отметить, что в России в настоящее время невозможно говорить о полном соответствии принятой стадийности геологического изучения и результатов технико-экономической оценки, которое в принципе заложено в основу принятой классификации запасов. Так, для большинства резервных месторождений, разведывавшихся в период до 1990-х гг., выполнявшиеся технико-экономические обоснования, разрабатывавшиеся кондиции (и пр.) в настоящее время, в рыночных условиях, большей частью совершенно не применимы как в связи с изменениями всех ценовых показателей, так и в связи с тем, что в условиях плановой системы не было принято учитывать *временную стоимость денег* (см. гл. 11). Таким образом, эти месторождения, оставаясь детально геологически изученными (разведанными), как бы имеют экономическую оценку существенно меньшей достоверности (т.е. как бы более низкую стадию технико-экономической оценки).

Чем на более высокой стадии выполняются технико-экономические расчеты, тем увереннее, достовернее получаемые результаты, т.е. оценки реальных денежных потоков и прибыли, однако тем дороже стоят соответствующие проработки и требуют большего времени. Общий принцип последовательных приближений, заложенный в основу стадийности геологоразведочных работ, в полной мере приложим и к экономическим расчетам, выполняемым по их результатам. В табл. 6.2 приводятся сугубо ориентировочные данные, характеризующие сравнительную стоимость, необходимое время и точность таких расчетов разного уровня.

Технико-экономические расчеты на высших стадиях требуют привлечения большого коллектива различных специалистов: горняков, технологов, экономистов, финансистов. Роль геолога на этих стадиях расчетов обычно минимальна. Однако предварительные расчеты ранних стадий экономической оценки могут выполняться и нередко выполняются специалистами-геологами,

Таблица 6.2

Стадия расчетов, документ	Стоимость, руб.	Необходимое время	Сравнительная точность оценки экономических показателей
Предварительные ТЭР, ТЭС	$n(10^4 - 10^5)$	1 - 3 мес.	Низкая ($\pm 30 - 50 \%$)
ТЭО временных кондиций	$n(10^5 - 10^6)$	3 - 9 мес.	Удовлетворительная (10 - 20 %)
ТЭО постоянных кондиций, ТЭО инвестиций	$n(10^6 - 10^7)$	6 - 18 мес.	Повышенная (5 - 10 %)
ТЭО освоения, техпроект	$n(10^7 - 10^8)$	1 - 2 года	Вполне достаточная (первые проценты)

при минимальном привлечении других специалистов или полностью своими силами. При этом, естественно, используются различные приближенные и аналоговые методы, позволяющие сократить расчетные и инженерные проработки.

Вместе с тем, ТЭО на любой стадии должно включать обязательные разделы, освещающие геологические, горно-геологические и минералого-технологические характеристики объекта, характеристики географо-экономических и экологических условий, содержать проработку вопросов оптимальной производительности предприятия, качества производимой продукции и условий

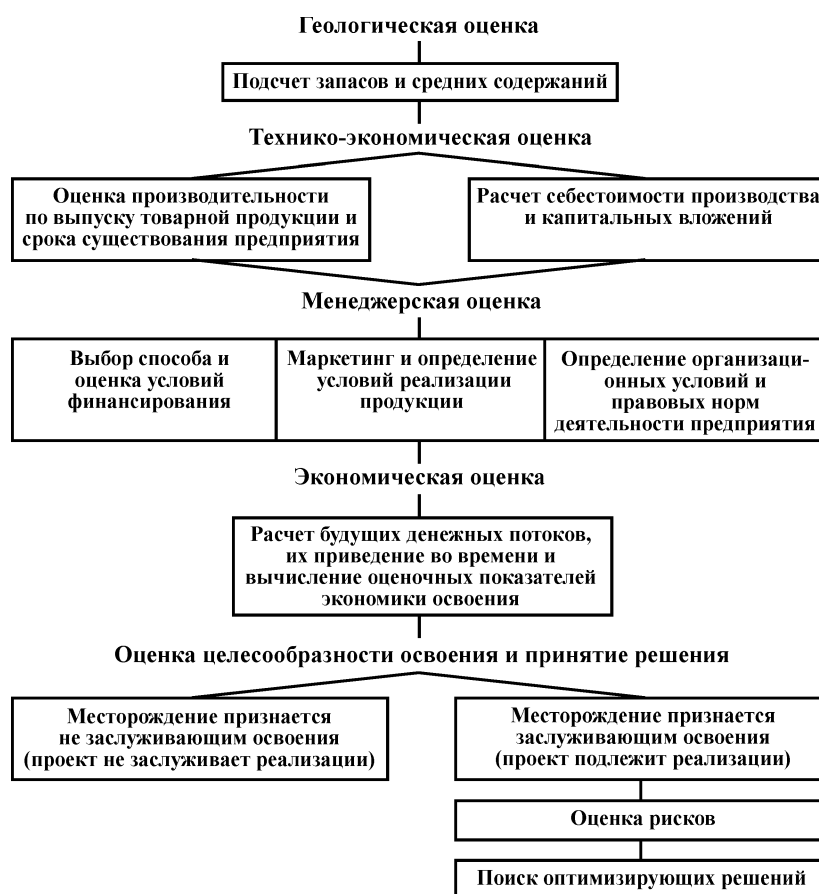


Рис. 6.1. Схема технико-экономических расчетов при оценке месторождения

ее реализации, оценки валового дохода (выручки), оценки капитальных и эксплуатационных затрат и завершаться расчетом достигаемых экономических показателей.

Таким образом, экономическая оценка месторождения или проекта его освоения на любой стадии должна включать:

1) расчет возможного дохода (выручки) от реализации продукции в производимом объеме;

2) расчет затрат, которые необходимо сделать, чтобы организовать производство и поддерживать его на плановом уровне;

3) расчет прибыли и различных выплат из нее (расчеты по кредитам, налоги, выплаты на проведение заключительных производственных мероприятий и др.);

4) расчет дисконтированных денежных потоков и общепринятых экономических показателей оценки, характеризующих сравнительную прибыльность данного проекта.

Общая схема оценки месторождений представлена на рис. 6.1.

6.2. ОЦЕНКА ДОХОДА (ВЫРУЧКИ) ОТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕН НА СЫРЬЕ И КОНЦЕНТРАТЫ

Валовая выручка от реализации продукции за некоторый период, очевидно, определяется произведением объема выпуска продукции в некоторых единицах (т, м³ и т.п.) на цену, которую покупатель платит за единицу.

В общем случае, годовая валовая выручка горнодобывающего предприятия (В) выражается как

$$B = AK_bЦ, \quad (6.1)$$

где А - годовая производительность предприятия по добываемому сырью; K_b - коэффициент выхода конечной продукции; Ц - цена реализации выпускаемой конечной продукции.

Если конечной товарной продукцией является вся масса добываемого сырья, то $K_b = 1$. Однако в большинстве случаев добываемая продукция подвергается какой-то первичной переработке, и тогда $K_b < 1$.

Если добываемое сырье рассортировывается на несколько сортов различной ценности, то расчетная формула выручки приобретает следующий вид:

$$B = A / (K_1Ц_1 + K_2Ц_2 + \dots + K_nЦ_n),$$

где $K_1 - K_n$ - коэффициенты выхода различных сортов; $Ц_1 - Ц_n$ - сортовые цены.

Если ценность в добываемом сырье представляет некоторый компонент, а товарным продуктом является концентрат, получаемый при первичной переработке (обогащении) сырья, выход концентрата по массе γ составит

$$\gamma = (C_p - C_x) / (C_k - C_x),$$

где C_p , C_k и C_x - средние содержания компонентов в исходной руде, концентрате и хвостах переработки.

Пусть, например, добывается марганцевая руда с содержанием Mn 39 %, которая перерабатывается в товарный концентрат с содержанием Mn 55 % при содержании его в хвостах 2 %. Коэффициент выхода концентрата составит

$$\gamma = (39 - 2) / (55 - 2) = 0,69, \text{ или } 69 \%,$$

т.е. из 1 т руды получается 0,690 т товарного концентрата.

Если товарным продуктом является металл, получаемый при переработке концентрата, выход металла из 1 т добываемой руды V_m будет

$$V_m = \gamma \lambda,$$

где λ - коэффициент извлечения при металлургическом переделе (обычно 95 - 98 %). Однако расчет дохода в этом случае уже не может быть произведен по формуле 6.1, так как возникает проблема раздела суммарного дохода между металлургическим и горнодобывающим производствами.

Решение этой проблемы зависит от организационных отношений металлургического и горного предприятий, состояния рынка концентратов в конкретном регионе и др.

Если металлургическое и горнодобывающее предприятие входят в единый консорциум (трест, комбинат), правление этой фирмы обычно устанавливает директивную внутреннюю расчетную цену за концентрат на таком уровне, который в наибольшей степени отвечает общим интересам фирмы.

Если эти интересы отвечают максимизации цены на концентрат, эта цена Π_k может быть установлена как

$$\Pi_k = \Pi_m \lambda C_k - M\rho, \quad (6.2)$$

где Π_m - цена на металл; M - себестоимость металлургического передела 1 т концентрата; ρ - коэффициент нормативной рентабельности металлургического производства (обычно ~1,2).

Если интересы фирмы отвечают максимизации прибыли металлургического передела, цена на концентрат может быть установлена на уровне нормативной рентабельности горно-обогатительного производства, т.е. как

$$C_k = \mu C_{бк},$$

где μ - коэффициент нормативной рентабельности горно-обогачительного производства; $C_{бк}$ - себестоимость получения концентрата.

Если металлургический завод и рудник - поставщик концентрата являются самостоятельными предприятиями, вопрос цены на концентрат будет предметом переговоров между ними, и эта цена будет установлена с учетом складывающейся рыночной конъюнктуры. Так, если металлургический завод является монопсонным потребителем, а рудников - поставщиков концентрата несколько и они конкурируют друг с другом, цена будет близка к нижнему уровню, при котором поставщики еще могут функционировать и поставлять необходимое заводу количество сырья. Если в регионе складывается дефицит концентрата, а возможности завоза его извне по каким-либо причинам ограничены, цена будет установлена близкой к пределу, определяемому формулой 6.2.

Следует отметить, что разнообразие природных типов руд различных месторождений даже одного и того же вида сырья не позволяет сделать стандартизацию качества концентратов очень жесткой. Требования к содержанию ценных компонентов в концентратах обычно устанавливаются как "не менее n %", а вредных примесей - как "не более n %". Однако концентраты различных поставщиков и даже разных партий одного и того же поставщика, удовлетворяя установленным требованиям "не менее" и "не более", могут несколько отличаться по фактическим содержаниям полезных или вредных компонентов. Поэтому обычно цена на концентрат устанавливается с расчетом по фактическому извлекаемому содержанию основного ценного компонента и штрафов за повышенные против установленных уровней содержания вредных примесей. В то же время, при наличии извлекаемых ценных попутных компонентов, их извлекаемая стоимость плюсуется к стоимости основного.

Расчет цены на концентрат с системой премий и штрафов рассмотрим на следующем примере.

Рудник предлагает к реализации медный концентрат с содержанием меди 30 %, цинка 4,2 %, свинца 5 %, мышьяка 0,4 % и золота 2 г/т. Медь и золото относятся к ценным, свинец, цинк и мышьяк - к вредным компонентам.

Допустимые содержания вредных компонентов: цинка 2 %, свинца 3 %, мышьяка 0,1 %. Извлечение меди в черновой металл при металлургической переработке 96 %, золота при рафинировании меди - 95 %.

Завод оплачивает извлекаемое содержание меди сверх 2 % и

золота сверх 1 г/т и взимает штрафы за каждый 1 % цинка сверх 2 %, свинца сверх 3 % и 0,1 % мышьяка сверх 0,1 %. Размер штрафов - 60 руб. за каждую единицу превышения.

Плата за передел концентрата в черновую медь и черновой меди в электролитическую составляет 18 руб. за 1 кг оплачиваемой меди, за аффинаж золотосодержащих шламов - 3,6 руб. за 1 г оплачиваемого золота.

Расчетная цена меди 63 000 руб./т, золота 340 руб./г.

Расчет цены концентрата производится следующим образом:

1) рассчитываются оплачиваемые содержания:

меди $30 \times 0,96 - 2 = 26,8$ %;

золота $2 \times 0,95 - 1 = 0,9$ г/т;

2) рассчитываются стоимости оплачиваемых металлов в 1 т концентрата:

меди $26,8 \times 63\ 000 = 16\ 884$ руб.;

золота $0,9 \times 340 = 306$ руб.;

всего 17 190 руб.;

3) рассчитывается сумма штрафов за превышение содержаний вредных примесей:

цинка $(4,2 - 2) \times 60 = 132$ руб.;

свинца $(5 - 3) \times 60 = 120$ руб.;

мышьяка $\frac{(0,4 - 0,1)}{0,1} \times 60 = 180$ руб.;

всего 432 руб.;

4) рассчитывается стоимость металлургического передела 1 т концентрата:

на плавку и электролиз меди $26,8 \times 18\ 000 = 4824$ руб.;

на аффинаж золота из шламов $0,9 \times 3,6 = 3,24$ руб.;

всего 4827,24 руб.;

5) рассчитывается цена 1 т концентрата:

$17\ 190 - 432 - 4827,24 = 11930,76$ руб.

С целью учета отклонений фактических цен на металлы от принятых в расчетах металлургические заводы обычно оговаривают "участие в цене", т.е. повышают или понижают ставки за переработку, если фактическая цена металла выходит за некоторый оговоренный предел [8]. Предположим, что в приведенном примере завод оговаривает участие в цене путем 12%-ного увеличения (уменьшения) ставки, если фактическая цена выйдет за пределы ± 12 % от установленной. Предположим, что цена меди возросла до 75 000 руб., т.е. больше оговоренного предела ($63\ 000 \times 1,12 = 70\ 560$). Тогда цена концентрата составит:

$(0,268 \times 75\ 000 + 306 - 432) - (18\ 000 \times 1,12 \times 0,268 + 3,24) =$
 $= 14567,88$ руб.

6.3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ И ВИДЫ ЦЕН

Горнопромышленные предприятия и потребители их продукции, как правило, удалены друг от друга. Расходы на транспортировку продукции потребителю могут оплачиваться поставщиком и включаться в цену поставляемой им продукции или оплачиваться потребителем и учитываться в его производственных затратах [3, 14, 17].

Принятый порядок оплаты транспортных расходов отражается видами цен, обозначаемых общепринятыми англоязычными аббревиатурами* и предусматривающих следующие взаимоотношения поставщика и потребителя:

FID (free into deport) или FIS (free in shore) - поставщик несет все расходы, вплоть до доставки груза на склад потребителя.

FOT (free on track) - продукция отпускается поставщиком на месте производства, с погрузкой на автотранспорт, а все расходы по ее транспортировке несет потребитель.

FOB (free on board) - поставщик отпускает продукцию с погрузкой на судно в установленном порту и несет все расходы по доставке ее до порта и погрузке на борт, но расходы по фрахту и дальнейшей перевозке, а также страховке груза на этом участке пути несет уже потребитель.

FAS (free alongside ship) - поставщик отвечает только за размещение груза рядом с бортом судна, а погрузку и прочие транспортные расходы несет уже потребитель.

FOR (free on rale) - поставщик отпускает продукцию с погрузкой в вагоны на железной дороге и несет все расходы по доставке продукции до определенной железнодорожной станции и погрузке, а оплату железнодорожных тарифов и все расходы по дальнейшей транспортировке и страховке в пути производит уже потребитель.

CIF (cost, insurance, fright) - поставщик несет все расходы, определяемые условиями FOT (FOR), но оплачивает также и стоимость перевозки, включая страховку, однако выгрузка в пункте назначения является уже заботой потребителя.

CIFFO (cost, insurance, fright, free out) - поставщик несет все расходы по условиям CIF, но оплачивает и выгрузку в пункте назначения.

C&F (cost and fright) - те же условия, что CIF, но при страховании груза покупателем.

Если продукция экспортируется за пределы страны поставщи-

* В отечественной литературе эти аббревиатуры иногда даются и в русской транскрипции, т.е. не FOT, а ФОТ.

ка, к транспортным расходам прибавляются расходы по таможенным сборам и пошлинам. Если пересечение границы происходит на отрезке пути, за который отвечает поставщик, - таможенные расходы несет он, если такое пересечение происходит на отрезке пути, за который отвечает потребитель, - таможенные расходы оплачиваются им.

В России цены, устанавливаемые на продукцию горных предприятий, потребляемую внутри страны, обычно соответствуют условиям FID, FOR или FOT. Однако при зарубежных поставках возможны любые ценовые условия.

Цены FOB, FOR и их варианты обычно применяются для угля, сырой руды или концентратов, поставляемых регулярно, в массовых количествах и без затаривания. Концентраты цветных и редких металлов за рубежом обычно продаются на условиях CIF. В России предприятия цветной металлургии чаще предпочитают условия доставки концентрата на свои склады.

Доля транспортных расходов возрастает от высокоценных и малообъемных продуктов (драгоценные металлы, алмазы и др.), для которых эта доля обычно пренебрежимо мала, к малоценным и высокообъемным (уголь, стройматериалы). Для рудных концентратов, нефти, газа эта доля составляет 5 - 15 %, для железных руд, угля, агрономического сырья 30 - 70 %, а для стройматериалов и низкокачественных углей транспортные затраты являются определяющими.

В последних случаях возникает эффект, описываемый как "конус спроса" и "ценовая воронка" (рис. 6.2) [3]. Горное предприятие, производящее дешевое минеральное сырье, как бы окружено конусом спроса и ценовой воронкой. При цене франко-карьер (FOT) сырье может быть реализовано потребителям, отстоящим от карьера на расстояние не большее L . При этом чем больше расстояние, тем меньше объем продукции Q , который может быть реализован. С другой стороны, цена продукции от минимального уровня, соответствующего условиям FOT, может вырасти до предельного уровня, отвечающего условиям CIF. При этом цене CIF будет отвечать нулевой, а цене FOT - максимальный спрос.

В России протяженность внутренних грузопотоков минерально-сырьевой продукции нередко очень велика и может достигать тысяч километров. Это, с одной стороны, снижает конкурентоспособность российской минерально-сырьевой продукции на внешних рынках, стимулируя вывоз в первую очередь высокоценных и дефицитных ее видов, а с другой - делает для некоторых отечественных потребителей предпочтительным импорт сырья, отнюдь не являющегося в стране дефицитным. Поэтому для эко-

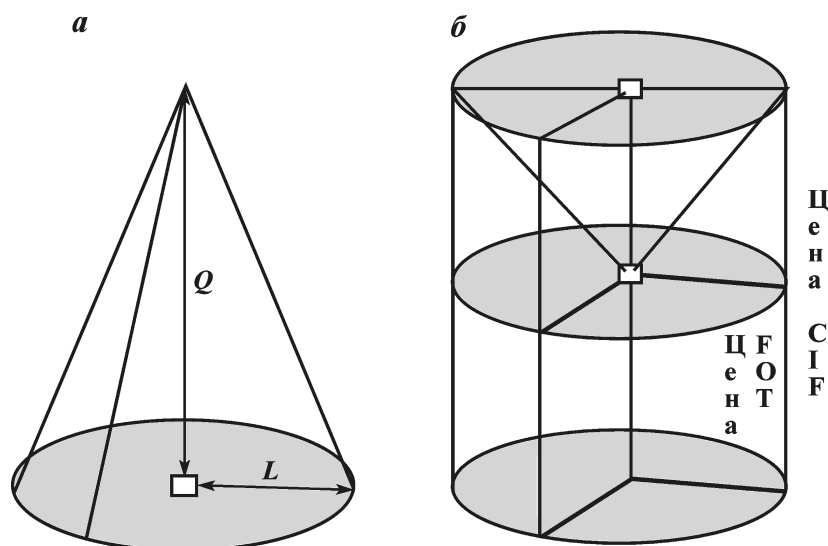


Рис. 6.2. Конус спроса (а) и ценовая воронка (б)

номики России в целом важнейшее значение имеет государственное регулирование экспортно-импортных операций с минеральным сырьем, что осуществляется пока в недостаточной степени.

6.4. ФЬЮЧЕРСНЫЕ РЫНКИ И ФЬЮЧЕРСНЫЕ ЦЕНЫ

В рыночных условиях возникают два типа отношений продавца и покупателя продукции. В первом случае товар поставляется немедленно и немедленно же оплачивается покупателем. Устанавливаемые в таких случаях цены носят название спот-цен (spot price), или цен в наличных (cash price) [17, 18].

Во втором случае покупатель и продавец заключают сделку, по которой один обязуется поставить определенное количество товара в оговоренный срок в будущем, а другой - оплатить этот товар также в будущем, но по цене, зафиксированной в момент сделки. Устанавливаемые в таких случаях цены носят название фьючерсных (future price), а рынки, где действуют такие цены, - фьючерсных рынков.

Фьючерсные рынки страхуют производителя (продавца) от риска получить убытки в случае падения цен в будущем и одновременно страхуют покупателя от потерь в случае, если цены будут

возрастать. В то же время фьючерсные продажи оказывают сдерживающее влияние на колебания цен, поскольку как бы гарантируют будущие цены.

Различают два вида фьючерсных операций: *хеджирование* (hedging) и покупка *опционов пут* или *колл* (put option, call option) [18].

При хеджировании заключенная сделка предусматривает взаимные обязательства продавца поставить и покупателя оплатить товар в будущем по согласованной цене. При покупке опциона сделкой предусматривается, что продавец имеет право (но не обязанность) продать товар по контрактной цене (пут) или покупатель - купить его по такой цене (колл).

Если предложение товара на рынке начинает превышать спрос, спот-цены идут вниз и могут оказаться меньше фьючерсных цен по заключенным ранее сделкам. Такая ситуация (т.е. положительная разность фьючерсных и спот-цен) носит название *контанго* (contango).

Если предложение товара на рынке не покрывает спрос, спот-цены идут вверх и могут оказаться выше фьючерсных цен по ранее заключенным сделкам. Такая ситуация (т.е. положительная разность спот- и фьючерсных цен) носит название *бэквордейшен*, или просто *бэк* (backwardation, back).

Условия контанго стимулируют скупку товара с целью создания запасов в расчете на их продажу с выгодой в случае смены условий на бэк. Условия бэк стимулируют распродажу складских запасов, покрытие повышенного спроса и снижение спот-цен. Таким образом, механизм фьючерсного рынка обуславливает определенное демпфирование скачков цен, связанных с колебаниями предложения и спроса.

Механизм фьючерсных рынков способствует относительной стабильности условий сбыта, что чрезвычайно важно для горных компаний. По мнению некоторых экономистов, без фьючерсного рынка функционирование горной отрасли в современных условиях оказалось бы вообще невозможным [18].

Однако фьючерсные рынки предъявляют определенные требования к товарам, которые могут быть на них реализованы. Важно, чтобы эти товары были, во-первых, стандартизованы по качеству, во-вторых, имели высокую ликвидность, т.е. представляли бы интерес для широкого круга покупателей и, наконец, предлагались бы на рынок в достаточно больших количествах.

Не вся продукция горной промышленности может быть реализована на фьючерсных рынках. Так, из-за большого разнообразия сортов угля фьючерсные рынки этого сырья не действуют. Не реализуются на фьючерсных рынках редкие металлы ограничен-

ного спроса (литий, бериллий, РЗЭ и др.), а также большинство видов камнесамоцветного сырья. Наиболее стабильным является фьючерсный рынок цветных металлов, реализуемых через биржи. К биржевым металлам относятся *алюминий, медь, никель, цинк, свинец, олово*, а также *золото, серебро и металлы платиновой группы*.

На биржах, как правило, происходит обращение контрактов, т.е. бумаг, подтверждающих взаимные обязательства покупателя и продавца. Такие контракты могут многократно перезаключаться, и одни и те же партии товара продаваться и покупаться десятки раз, без перемещения самого товара от продавца к покупателю.

Главной биржей металлов является Лондонская, на котировки которой в значительной степени ориентируются остальные биржи. Список бирж, осуществляющих торговлю продукцией минерально-сырьевых отраслей, приведен в приложении 4.

Крупные горные предприятия и фирмы заинтересованы в заключении долгосрочных контрактов, гарантирующих устойчивое производство и сбыт продукции в течение ряда лет. Однако сроки фьючерсных контрактов на биржах обычно составляют 3, 15 и 27 мес. Поэтому биржевые курсы, как в спот-ценах, так и во фьючерсных ценах, могут служить для производителей и тем более инвесторов, рассматривающих новые горные проекты, только самым общим ориентиром. Для примера в табл. 6.3 приведены цены на основные металлы по данным котировок Лондонской биржи на начало 2000 г. (с округлением до целых единиц). Как видно из этой таблицы, цены на большинство металлов находились в положении контанго.

Торговля внебиржевыми металлами осуществляется преимущественно посредством разовых контрактов, заключаемых непосредственно поставщиком и потребителем или через брокеров. Следует отметить, что цены на внебиржевые материалы и металлы подвержены очень сильным колебаниям, иногда являю-

Таблица 6.3

Металл	Вид цены, ед. измер.	Цена	Металл	Вид цены, ед. измер.	Цена
Алюминий	Спот, дол/т	1670	Платина	Спот, дол/тройск. унция	516
	Фьючерс, 3 мес., дол/т	1666			
Золото	Спот, дол/тройск. унция	300	Серебро	Спот, цент/тройск. унция	526
Медь	Фьючерс, 3 мес., дол/т	1836	Свинец	Спот, дол/т	452
Палладий	Спот, дол/тройск. унция	636	Цинк	Спот, дол/т	1094

щимся результатом спекулятивных действий. Так, в начале 1990-х гг. возник ажиотажный спрос на скандий. Цена на этот редкий металл к 1992 г. подскочила с 25 до 150 тыс. дол./кг. В ряде стран, в том числе в бывшем СССР, началось поспешное развертывание соответствующих производств. Однако уже в 1993 г. цены упали, а производители не смогли реализовать ни одной партии этого металла. В 1993 г. такая же история повторилась с цезием, цены на который подскочили сразу в 1000 раз - до 10 тыс. дол./кг, но уже через несколько месяцев вернулись к прежнему уровню.

Малые и редкие металлы пока используются в технике в весьма небольших количествах. Ведущие мировые страны располагают складскими резервами таких металлов, способными на 5 - 10 лет удовлетворить мировую потребность. Издержки на хранение их в связи с малыми объемами невелики. Несмотря на сравнительно высокие цены на отдельные виды этих металлов, ограниченность опроса и возможность его покрытия со складов не позволяют рассчитывать на успешный бизнес в этой области. Попытки выхода на такой рынок с дополнительной продукцией в расчете на высокие цены немедленно приводят к падению цен.

Внебиржевые фьючерсные контракты широко используются в зарубежной практике горного бизнеса. В таких контрактах в качестве одной из сторон выступают финансовые учреждения (банки), имеющие широкие возможности структурирования контрактов, с созданием очень сложных структур, в рамках которых полнее удовлетворяются нужды клиентов. С другой стороны, срок действия таких контрактов может быть намного больше обычных 27 мес., что крайне важно для горнодобывающей отрасли. Максимальные сроки таких контрактов составляют 3 года для свинца и олова, 5 лет для никеля, цинка и платиноидов, 7 - для алюминия и меди, 10 - для серебра и 15 - для золота [18].

6.5. ФЬЮЧЕРСНЫЕ КОНТРАКТЫ С ЗОЛОТОМ

Такие контракты являются специфическими из-за денежного характера этого товара. *Фьючерсная цена золота всегда находится в положении контанго.* Иначе говоря, фьючерсные цены на золото тем выше, чем больше срок сделки [18]. Это связано с тем, что банки имеют значительные запасы золотых слитков. Однако хранение таких слитков не приносит никакого дохода. Поэтому банки заинтересованы в даче золота взаймы, установли-

вая на подобные займы значительно меньшую процентную ставку, нежели на денежные кредиты. Такую ставку называют *лизинговой*, так как заем в золоте практически является лизингом золота. Инвестор может взять золото займы, продать его и инвестировать полученные средства в денежный рынок. Если ставка на денежном рынке выше лизинговой, инвестор получит прибыль. Однако он обязан вернуть золото банку. Поэтому он одновременно должен купить фьючерсный контракт, гарантирующий ему поставку золота к моменту возвращения займа. Особо разбогатеть таким образом нельзя, поскольку цена золота по фьючерсу практически будет равна разности лизинговой ставки денежного рынка. Так, если цена на рынке спот составляет, например, 300 дол./унцию, лизинговая ставка 2 % в год, а процентная ставка денежного рынка 5 %, фьючерсная цена золота на годичный срок будет

$$300 \times (1 + 0,5 - 0,2) = 309 \text{ дол./унцию.}$$

На рис. 6.3 представлена схема таких операций с золотом на

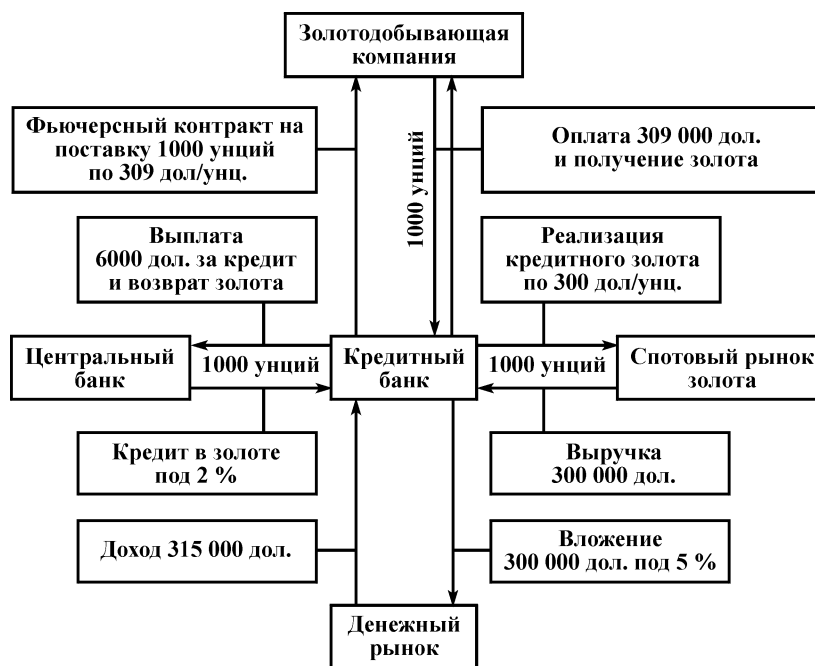


Рис. 6.3. Схема финансовых операций с золотом на рынках Австралии (оборот в течение 12 мес.). По В. Руденно [18]

рынках Австралии. Как видно, получив в центральном банке 1000 унций золота под 2 % годовых, кредитный банк (инвестор) продает его на спот-рынке по 300 дол. за унцию, вырученные 300 000 дол. вкладывает на денежном рынке под 5 % годовых и одновременно заключает фьючерсный контракт с золотодобывающей фирмой на поставку через год 1000 унций золота по цене 309 дол. за унцию. Через год кредитный банк располагает средствами для расчета на золото и для выплаты процентов за кредит центральному банку. Казалось бы, в такой схеме нет особого смысла, так как инвестор не имеет ни прибыли, ни убытков. Однако она практикуется, а значит, имеет некоторые преимущества, особенно для инвестора, связанного с золотодобычей.

Кредитование золотом со стороны государства применялось и в СССР с целью подъема золотодобывающей промышленности северо-востока страны, но особого распространения не получило.

6.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНЫ ПРОДУКЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ГОРНЫХ ПРОЕКТОВ

Определяя цену, которую можно выручить за производимый товар, производитель должен иметь в виду три фактора:

себестоимость продукции, ниже которой цена, естественно, не может быть установлена;

цену на продукцию, установленную конкурентом, поскольку, установив свою цену более высокой, предприниматель рискует вообще не реализовать продукцию;

качество продукции в сравнении с качеством продукции у конкурентов.

Последний фактор для продуктов горной промышленности чаще всего не действует, поскольку качество продукции определенного целевого назначения стандартизовано. Однако возможны и исключения из этого правила. Так, нефть месторождений Персидского залива и Алжира ценится значительно выше, чем североморская (сорт Brend) или российская (сорт Urals) [3]. Значительно отличаются по зольности, теплотворной способности и другим характеристикам угли различных месторождений. Особыми качественными характеристиками, делающими производимую продукцию предпочтительной для потребителя, могут обладать некоторые виды облицовочного и поделочного камня, отличающиеся особой красотой рисунка, особенностями расцветки и т.д.

Как следует из теории экономики, цена и спрос - связанные явления.

В условиях чистой монополии производитель диктует цену, однако и в этом случае он не может бесконечно повышать ее, так как с увеличением цены падает спрос, и валовый доход монополиста с ростом цены возрастает только до некоторого предела, после которого начинает снижаться.

В условиях двусторонней монополии производитель и потребитель заинтересованы друг в друге и ограничены в своих стремлениях повысить и понизить цену. Цена продукции в такой системе всегда будет компромиссной для обеих сторон.

В условиях чистой монополии цену диктует покупатель. Однако и в этом случае он вынужден учитывать зависимость "цена - предложение", ибо при слишком низкой цене рискует лишиться всех поставщиков.

В условиях олигопольных рыночных моделей каждый производитель вынужден учитывать реальную ситуацию, складывающуюся в балансе спроса и предложения. При стабильном спросе цена в системе производителей минерально-сырьевой продукции всегда устанавливается с учетом минимальной прибыльности замыкающего производства, т.е. выше значения максимальных по отрасли эксплуатационных затрат плюс банковская ставка.

Вместе с тем цена таких продуктов, как руда или концентрат, всегда будет ниже биржевых цен на конечный металл.

В России при переоценке резервных рудных месторождений согласно утвержденной Минприроды РФ методике рекомендуется ориентироваться на биржевые цены металлов и расчетные цены металлов в концентратах (см. приложение 5). Однако реальная цена, по которой удастся реализовать концентрат, зависит от конкретной ситуации соответствующего рынка и может не достигать расчетной. Поэтому предприниматель, оценивающий целесообразность вложения средств в освоение конкретного объекта, обязательно должен выполнить соответствующие маркетинговые исследования и определить ту возможную цену, по которой продукция действительно может реализоваться.

Как правило, расчеты экономических показателей освоения месторождений производятся по ценам, действующим на момент расчетов. Однако если имеются основания ожидать изменения этих цен в будущем, необходимо выяснить, как это изменение скажется на экономических показателях, а следовательно, располагать прогнозом будущих цен. Дать такой прогноз можно путем ретроспективного анализа биржевых цен за некоторый предшествующий период и оценки их динамики в будущем, с учетом сложившейся тенденции и возможного влияния каких-то внешних факторов - технического прогресса, политической обстановки,

состояния ресурсной базы и т.д. Однако такой прогноз сложен и почти всегда небезошибочен, причем риск ошибки возрастает пропорционально длительности прогнозируемого периода.

6.7. ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА КОНЪЮНКТУРЫ И ПРОГНОЗА ЦЕН

В основе анализа конъюнктуры и прогноза цен лежит ретроспективный метод. Специалист-эксперт, рассматривая динамику ценовых показателей на тот или иной продукт за предшествующий период, пытается экстраполировать эту динамику на будущее. При этом обычно стремятся создать некоторую модель изменения цен, учитывающую выявленные тренды предшествующего этапа, а иногда и корреляцию цен на данный товар с ценами на некоторые другие продукты, например нефть.

Для выявления трендов обычно используются различные способы фильтрации данных, простейший из которых - сглаживание скользящим окном. Следует, однако, иметь в виду, что применение таких методов подразумевает существование в анализируемых рядах объективных закономерностей, маскируемых случайными "помехами". Применительно к колебаниям цен такое положение не вполне допустимо.

В. Руденно [18] приводит следующий пример (рис. 6.4). На рисунке изображен график изменения цен на некоторый товар в течение нескольких лет. Казалось бы, это изменение обладает определенным трендом, знак которого меняется в точке перелома. Однако другой график изображает случайный ряд чисел с близким средним и такой же дисперсией. Читателю предлагается

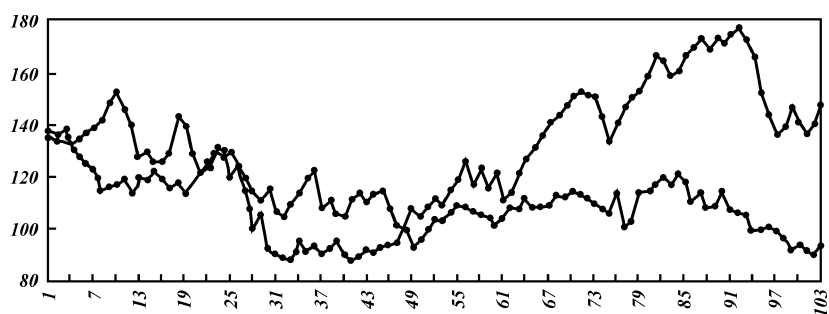


Рис. 6.4. Графики изменения цены некоторого товара во времени и последовательности случайных чисел с близкими средними значениями и дисперсиями. Спрашивается, где что? По В. Руденно [18]

отгадать, какой график соответствует реальным ценам, а какой случайным числам, что сделать, очевидно, невозможно.

Таким образом, случайные, не связанные никакой временной последовательностью числа могут давать “фигуры поведения”, сходные с графиками рыночных цен. Соответственно то, что иногда пытаются представить как “настроения рынка”, в действительности может не отражать ничего, кроме случайных колебаний. Вместе с тем, в случаях, когда такие прогнозы публикуются, они могут стимулировать продавцов и покупателей к некоторым согласованным противодействиям прогнозируемой тенденции, что приведет к иллюзии ее подтверждения. Однако если прогнозируемая тенденция является ложной (сигнал фальшивым), такие противодействия не приводят к желаемому результату. Как отмечает В. Руденно [18], успешные прогнозы цен в значительной степени являются результатом того, что прогнозисту просто повезло.

Прогноз цен, особенно в долгосрочной перспективе, следует считать мало надежной процедурой. При анализе горных проектов и оценке месторождений, имея дело с достаточно большими временными лагами, правильнее не пытаться прогнозировать цены, а рассчитывая показатели оценки для современных цен, анализировать чувствительность проекта к их изменению и оценивать соответствующие риски (см. гл. 13).

6.8. УЧЕТ ОБМЕННЫХ КУРСОВ ВАЛЮТ ПРИ ОЦЕНКЕ МНОГОВАЛЮТНЫХ ПРОЕКТОВ

Мировые цены на продукцию горнодобывающих отраслей устанавливаются обычно в долларах США. Поэтому при оценке проектов, ориентированных на мировые цены, необходимо учитывать обменные курсы доллара и национальной валюты страны, где проект будет осуществляться.

Соотношение обменных курсов не постоянно во времени, так как и национальная, и так называемая твердая валюта в той или иной степени подвержены инфляционным процессам, хотя инфляционные индексы их не одинаковы [17].

Рассмотрим прежде всего вопрос об определении реального курса двух валют, имея в виду, что обе они, хотя и в разной степени, инфлируют. Пусть, например, сравниваются курсы доллара (инфляция 4 % в год) и валюты некоторой гипотетической страны - фанты, инфляция которого составляет 10 % в год. Примем, что на начало 1995 г. курс этих валют составлял 1 дол. = 1 фанту. Реальная ценность каждой из валют за счет инфля-

ции будет падать по правилу сложных процентов, а их соотношение, т.е. курс в каждый последующий год, будет соответствовать соотношению их реальной ценности в этом году. Динамику изменения курса рассматриваемых валют за период 1995 - 1999 гг. иллюстрирует табл. 6.5 [14].

Изменение обменных курсов влияет на реальную величину приносимого проектом дохода. Пусть инвестор в 1995 г. вложил в некоторое предприятие 1000 тыс. дол., что было эквивалентно 1000 тыс. фантов, рассчитывая получить в 1999 г. прибыль в 10 %. Он и получил ее, но в национальной валюте, что составило в номинале 100 тыс. фантов. Однако реальная ценность этого дохода за счет инфляции снизилась и составила: $100 : 1,32 = 75,75$ тыс. дол., т.е. почти на 25 % меньше ожидавшегося уровня. Очевидно, оценивая данный инвестиционный проект, следовало учитывать вероятное изменение валютных курсов. Такой учет еще более осложняется, если в национальном проекте участвует иностранная компания, использующая валюту своей страны, в то время как продукция продается за доллары.

Дж. Хилл [17] приводит следующий пример: немецкая компания инвестирует в золотодобывающее предприятие в стране, где валютой является песо. Предприятие выпускает продукцию в период 1983 - 1990 гг. На момент пуска предприятия цена на золото составляла (за тройскую унцию): в долларах США - 124; в марках ФРГ - 1145; в песо - 3646. Таким образом, курсы валют составляли: дол/марка = 2,7, дол/песо = 8,6 и марка/песо = 3,0. В течение 1983 - 1992 гг. курсы валют менялись так: курс марки к песо постоянно возрастал, курс доллара к песо испытывал резкие колебания, но в среднем за весь период почти не изменился, а марки к доллару в целом понижался. Долларовая цена золота колебалась вокруг среднего уровня, однако цена его в марках, при пересчете через песо, преимущественно шла вниз. В результате, если в 1983 г. за 1000 унций добытого золота немецкая фирма получала 1145 тыс. марок, то в 1992 г. эта выручка снизилась до 618 тыс. марок, т.е. почти вдвое (рис. 6.5).

Таблица 6.5

Показатель	1995	1996	1997	1998	1999
Цена 100 фантов в номинале	100	100	100	100	100
Реальная ценность 100 фантов в номинале в инфлирующих фантах	110	121	133	146	161
Цена 100 дол. в номинале	100	100	100	100	100
Реальная ценность 100 дол. в номинале в инфлирующих долларах	104	108	112	117	122
Реальный курс, дол/фант	1,06	1,13	1,19	1,25	1,32

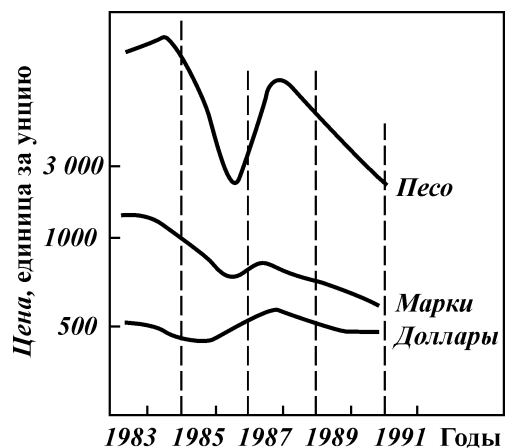


Рис. 6.5. Графики изменения цены золота, выраженной через курсы трех валют (к рассматриваемому условному примеру). По Дж. Хиллу [17]

Суммарные потери выручки за 7 лет составили около 2250 тыс. марок на каждую 1000 унций.

Приведенный пример показывает, что в случае подобных сложных валютных расчетов изменение их относительных курсов при оценке экономической эффективности проектов обязательно следует принимать во внимание.

7

ГЛАВА

ОЦЕНКА ЗАТРАТ, СВЯЗАННЫХ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ ГОРНЫХ ПРОЕКТОВ

7.1. КАПИТАЛЬНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ

Для того чтобы предприятие начало приносить доход, его вначале надо построить, т.е. создать его основные фонды [7]. В горнодобывающей промышленности различают основные фонды промышленного и непромышленного назначения.

К *фондам промышленного назначения* относятся карьер, шахта или рудник с комплексом наземных зданий и сооружений, обогатительная фабрика с объектами хвостового хозяйства и оборотного водоснабжения, сооружения энерго- и теплоснабжения (электростанции, линии электропередачи, трансформаторные подстанции, котельные, теплотрассы и др.), водозаборы и водоводы, канализационные и очистные сооружения, автомобильные и железные дороги до существующих магистральных путей сообщения, гаражи, депо, мастерские, склады, перевалочные базы и др., а также машины и механизмы, включая стационарное и подвижное оборудование и транспортные средства.

К *фондам непромышленного назначения* относятся здания и сооружения жилищного и культурно-бытового назначения.

Затраты, необходимые для создания (реконструкции, расширения) основных фондов предприятия, носят название капитальных.

Капитальные затраты включают следующие основные статьи:

- приобретение необходимого оборудования, машин, механизмов;
- строительные-монтажные работы;
- проходка и оборудование капитальных и подготовительных подземных горных выработок (на карьерах - капитальная вскрыша);
- дополнительные геологоразведочные (разведка, доразведка месторождений) и проектно-изыскательские работы по строительству;
- создание оборотных средств, необходимых для финансирования текущей деятельности предприятия до момента получения выручки за произведенную продукцию;
- прочие расходы (составление проектно-сметной докумен-

тации, содержание администрации строящегося предприятия и др.).

В принципе капитальные затраты пропорциональны мощности (производительности) создаваемых предприятий и определяются в соответствии с намеченным способом добычи, системой разработки и технологией переработки сырья. Однако на их величину большое влияние оказывают географо-экономические условия районов, определяющие требования к зданиям и сооружениям, системам тепло- и водоснабжения, а также протяженность транспортных коммуникаций и стоимость оборудования и материалов с учетом транспортировки до места работ.

Капитальные затраты могут иметь следующее целевое назначение:

- создание нового горнодобывающего предприятия на вновь открытом (разведанном) месторождении;

- реконструкцию действующего предприятия с целью перевода его на новый, более высокий организационный и технический уровень;

- техническое перевооружение, т.е. планомерное совершенствование производства на базе внедрения новой техники и технологии;

- расширение действующего предприятия с увеличением его мощности и объема производства основной продукции;

- создание цехов по производству новых видов продукции для извлечения из сырья дополнительных компонентов или использования отходов (пород отвалов, хвостов обогащения и пр.).

Затраты, связанные с добычей сырья, получением из него товарной продукции и ее реализацией, носят название эксплуатационных (операционных) затрат.

Эксплуатационные затраты подразделяются на цеховые, общекомбинатские и внепроизводственные.

В *цеховые затраты* входят все прямые затраты, связанные с добычей и переработкой сырья. К *общекомбинатским* относятся затраты, связанные с содержанием внутрирудничного транспорта, административно-управленческого персонала, водоснабжения, механических и других мастерских. К *внепроизводственным* относятся расходы на погрузочно-разгрузочные работы и расходы по реализации продукции.

Основными статьями эксплуатационных затрат в горном производстве являются:

- заработная плата рабочих, ИТР и служащих, занятых в производственном процессе и управлении им, с учетом соответствующих отчислений в пенсионный фонд и фонд обязательного медицинского страхования;

Таблица 7.1

Цикл горного производства	Элементы затрат					
	Зарботная плата с отчислениями	Материалы	Энергия		Амортизация	Прочие расходы
			всего	в том числе электрическая		
Добыча сырья и горной массы	Подземные работы					
	25	15	15	10	35	10
	Открытые работы: <i>карьеры с автомобильным транспортом</i>					
	17	50	3	3	25	5
<i>карьеры с автомобильно-железнодорожным транспортом</i>						
	20	40	8	8	27	5
Обогащение	8,3	16,7	7,8	7,8	38,6	28,6

- стоимость расходуемых материалов (ГСМ, ВВ, крепежный лес, закладочный материал, малоценный и быстроизнашивающийся инструмент и инвентарь);

- стоимость запасных частей и комплектующих агрегатов при ремонте машин и оборудования;

- стоимость потребляемой электроэнергии;

- отчисления на амортизацию основных фондов, включая здания, сооружения, оборудование, машины и механизмы;

- отчисления на погашение стоимости горно-капитальных и горно-подготовительных выработок (на карьерах - вскрыши);

- стоимость внутренней и внешней транспортировки грузов;

- оплата услуг сторонних организаций (охрана, обслуживание и ремонт оборудования и механизмов и пр.);

- налоговые выплаты: за недропользование, на восполнение минерально-сырьевой базы, плата за землю и др. (см. гл. 8);

- накладные расходы.

Соотношения различных статей затрат (структура себестоимости) для разных предприятий, естественно, различаются, однако в целом для предприятий с подземным способом добычи характерна преобладающая роль оплаты труда и амортизации основных фондов (главным образом за счет отчислений на погашение стоимости капитальных и горно-подготовительных выработок), для предприятий с открытым способом добычи - стоимости материалов (ВВ) и амортизации (включая вскрышу), а для обогатительных фабрик - материалов, амортизации и прочих расходов (содержание хвостового хозяйства, водооборот и пр.). Примерная структура себестоимости основных циклов горного производства (в %) приведена в табл. 7.1.

7.2. ОЦЕНКА КАПИТАЛЬНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

Оценка как капитальных, так и эксплуатационных затрат, связанных с осуществлением горных проектов, может производиться одним из трех способов [3, 7, 14]:

- статистическим, на основании выведенных эмпирических зависимостей от задаваемых относительно легко определяемых характеристик;

- способом проекта-аналога, т.е. путем подбора существующего проекта для предприятия с близкими характеристиками и необходимой корректировки его показателей;

- способом прямого расчета всех необходимых затрат по видам работ и статьям расходов.

Статистический способ отличается наименьшей точностью и может использоваться только для ориентировочной оценки затрат на ранних стадиях технико-экономической оценки месторождений и проектов. Однако он наиболее просто осуществим и может быть выполнен непосредственно геологическим персоналом в процессе поисково-оценочных работ, когда необходима предварительная сравнительная оценка промышленной значимости выявляемых объектов.

Точность статистических оценок выше для эксплуатационных затрат и ниже - для капитальных, поскольку величина последних во многом зависит от географо-экономических факторов, правильный учет которых при данном способе затруднителен. Кроме того, более точно определяются эксплуатационные затраты по горному циклу и менее точно - по циклу обогащения, на показатели которого сильное влияние оказывают особенности минерального состава руд, количество ценных компонентов в них и т.п.

Способ проекта-аналога является более точным и обычно применяется на стадиях составления ТЭС, ТЭО кондиций и пр. Точность данного способа зависит от близости подобранного аналога, полноты и правильности учета всех отличий принятых в нем условий и параметров от условий и параметров оцениваемого объекта и др.

Следует отметить, что в современных условиях России выбор аналогов часто приходится производить из числа проектов, составившихся много лет назад в условиях иной экономической системы, иных цен и т.п. Стоимостные характеристики таких проектов приходится приводить к современному уровню путем введения соответствующих коэффициентов и индексов-дефляторов (табл. 7.2), учитывающих произошедшие изменения условий

и 7.2

Коэффициенты для приведения затрат, предусмотренных в ТЭО и проектах, разработанных до 1991 г., к уровням 01.01.1991 г. и последующих лет

Отрасль	Коэффициенты для пересчета капитальных вложений к уровню 1991 г.			199	Индексы-дефляторы для пересчета капитальных вложений и эксплуатационных затрат от уровня 1991 г. к уровню 1999 г.								
	1991 к 1955	1991 к 1969	1991 к 1984		1992 к 1991	1993 к 1992	1994 к 1993	1995 к 1994	1996 к 1995	1997 к 1996	1998 к 1997	1999 к 1998	1999 к 1991
Угольная промышленность	2,15	1,83	1,52	1	28,33	8,0	5,3	1,9	1,473	1,116	1,028	1,16	4473,9
Торфяная промышленность	2,08	1,77	1,53	г	28,33	8,0	5,3	1,9	1,887	1,174	1,102	1,14	6351,7
Черная металлургия	1,90	1,66	1,47	о	21,14	11,25	5,8	1,8	1,228	1,046	1,05	1,73	5793,3
Цветная металлургия	1,94	1,67	1,48	д	21,14	11,25	5,8	1,8	1,09	1,083	1,445	2,25	9529,4
Горнохимическая промышленность	1,94	1,66	1,47		21,14	11,25	5,8	1,8	1,335	1,108	1,062		
Промышленность стройматериалов	1,93	1,65	1,39		21,14	11,25	5,8	1,8	1,627	1,114	1,071	1,21	5831,84
Геология и разведка недр	1,7	1,51	1,37		25,10	11,50	5,3	1,9	1,45	1,111	1,051	1,54	7578,9

Коэффициенты для приведения эксплуатационных затрат, разработанных в ценах до 1991 г., к уровню на 01.01.1991 г.

1991 к 1969	1991 к 1984
1,19	1,12

и цен. Коэффициенты для стоимостных показателей, исчисленных до 1991 г., различны для капитальных и эксплуатационных затрат и дифференцированы по отраслям. Индексы-дефляторы на период 1991 - 1999 гг. дифференцированы по отраслям (см. табл. 7.2). Использовать указанные коэффициенты и индексы приходится также при переоценке резервных месторождений, ТЭО по которым разрабатывались в прежние годы.

Способ прямого расчета позволяет учесть реальные современные условия и цены, а также получить оценки затрат непосредственно для условий рассматриваемого объекта. При прямом расчете могут использоваться укрупненные нормативные показатели денежных затрат по видам работ, постатейные нормативные показатели затрат труда и материалов в физическом выражении и прямые расчеты трудозатрат, материалов, энергии и т.д. Чем более детальной является проработка затрат, тем более точными становятся оценки итоговых денежных показателей. Однако в полном объеме этот способ весьма трудоемок, требует участия многих специалистов различной квалификации и обычно под силу только специализированным фирмам и специальным проектным институтам.

В практике технико-экономических расчетов нередко сочетают элементы способов статистического и проекта-аналога, проекта-аналога и прямого расчета. Поэтому рассматриваемые ниже конкретные расчетные технологии объединены по принципу сравнительной точности (надежности) результатов.

7.3. СПОСОБЫ ПРИБЛИЖЕННОЙ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ

При ориентировочной, приближенной оценке затратных показателей на ранних стадиях капитальные затраты обычно определяют в целом на объект: рудник или обогатительную фабрику, а эксплуатационные затраты - в удельном исчислении по циклам добычи и переработки, без постатейной калькуляции. Ниже рассматриваются три основных способа такой оценки: регрессионных уравнений (графиков), "шести десятых" и укрупненных нормативов.

При способе регрессионных уравнений используется логарифмически линейная регрессионная зависимость затратных величин от производительности, имеющая прямой характер в случае капитальных затрат и обратный - в случае эксплуатационных. Коэффициенты регрессии такой зависимости для однотипных предприятий и близких условий их работы могут быть приняты постоянными. Обработав некоторую статистическую вы-

борку по действующим предприятиям одной сырьевой отрасли, с одинаковым технологическим циклом и близкими условиями проведения работ, можно для таких усредненных условий получить уравнения или графики регрессии, по которым могут оцениваться затратные показатели новых предприятий. Примеры таких графиков, по данным расчетов Горного Бюро США, приведены на рис. 7.1 - 7.4. Горным Бюро разработана также компьютерная регрессионная модель, по которой капитальные и эксплуатационные затраты могут оцениваться непосредственно по исходным характеристикам месторождений: запасам, содержаниям, показателям извлечения при обогащении и глубине залегания руд.

Чем более дифференцированными являются исходные параметры таких моделей, тем точнее могут быть получаемые оценки затрат. Однако в любом случае эти оценки оказываются приведенными к некоторому среднему уровню и могут служить лишь для ориентировочной оценки показателей конкретного проекта.

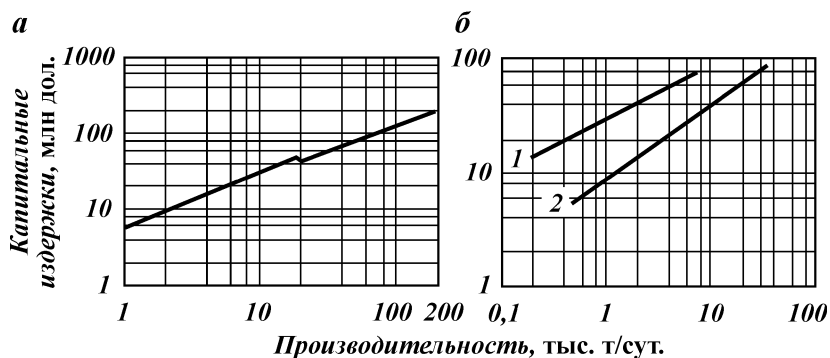
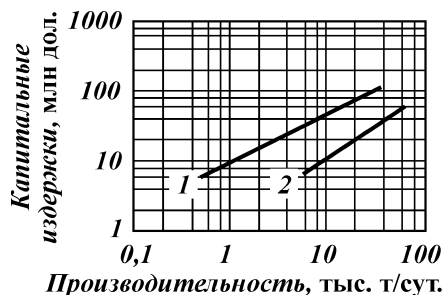


Рис. 7.1. Зависимости капитальных затрат на добычу от производительности горнодобывающего предприятия:
а - карьера по горной массе; *б* - подземного рудника при системах: 1 - с закладкой, 2 - камерно-столбовой

Рис. 7.2. Зависимости капитальных вложений в обогатительный комплекс от его производительности:
 1 - флотация продукта; 2 - экстракция растворителем и электролитическая экстракция



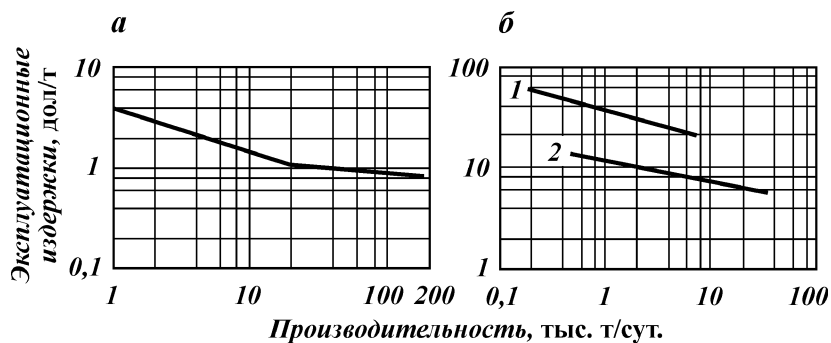


Рис. 7.3. Зависимости удельных эксплуатационных затрат от производительности горнодобывающего предприятия:
a - карьера по горной массе; *б* - подземного рудника при системах: 1 - с закладкой, 2 - камерно-столбовой

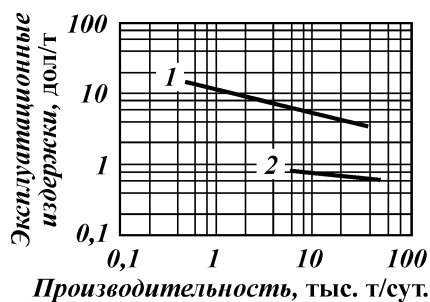


Рис. 7.4. Зависимости удельных эксплуатационных затрат от производительности обогатительной фабрики:
 1 - флотация продукта; 2 - экстракция растворителем и электролитическая экстракция

При способе “шести десятых” капитальные или эксплуатационные затраты некоторого оцениваемого проекта получают с помощью простой корректировки таких показателей проекта-аналога на разницу в величине производительности. Корректирующим коэффициентом является при этом показатель степени, в которую возводится отношение производительностей оцениваемого проекта и проекта-аналога, значение которого в среднем близко к 0,6.

Затраты оцениваемого проекта Z_o с производительностью P_o рассчитываются при этом так:

$$Z_o = Z_a (P_o / P_a)^m,$$

где Z_a - затраты проекта-аналога с производительностью P_a ; m - показатель степени, выбираемый в зависимости от вида и статьи затрат:

Вид и статья затрат	Показатель
<i>Эксплуатационные затраты:</i>	
Открытые горные работы, добыча:	
зарплата.....	0,5
материалы.....	0,5
Подземные горные работы, добыча:	
зарплата.....	0,7
материалы.....	0,9
Обогащение, переработка:	
зарплата.....	0,5
материалы.....	0,7
Электроэнергия, добыча и переработка, открытые горные работы....	0,6
То же, подземные горные работы.....	0,7
Среднее для эксплуатационных затрат.....	0,6
<i>Капитальные затраты суммарные.....</i>	<i>0,6 - 0,7</i>

Существуют и некоторые другие приемы приближенной оценки, основанные на статистических зависимостях. Так, при расчете стоимости оборудования, машин и механизмов может быть использована зависимость их стоимости от массы. По данным Дж. Хилла [8], для большинства передвижного оборудования, выпускаемого зарубежными фирмами (бульдозеры, погрузчики, самосвалы, грейдеры), стоимость составляет около 20 дол. за 1 кг массы, а для буровых станков увеличивается на стоимость гидравлической оснастки.

Многие сопутствующие расходы при оценке капитальных затрат могут быть приняты как доля (в %) от расходов по основным статьям, что также является отражением существующих статистических связей.

Способ укрупненных нормативов является наиболее распространенным в России. При этом способе оценку капитальных затрат выполняют с использованием укрупненных нормативов удельных затрат, в основе которых также лежат статистические данные. Такие укрупненные нормативы капитальных затрат в расчете на 1 т годовой производительности предприятий, разработанные еще до 1991 г. и подлежащие соответствующей корректировке индексами-дефляторами (см. табл. 7.2), для открытой и подземной разработки с обогащением сырья на собственной обогатительной фабрике приводятся в табл. 7.3.

Величина капитальных затрат по укрупненным показателям находится умножением удельной величины на фактическую проектную производительность рудника или фабрики.

Показатели удельных капитальных вложений, приведенные в табл. 7.3, разработаны для условий центральных районов России. Для оценки объектов в условиях Урала и Сибири к ним следует применять коэффициент 1,1, а северных районов Сибири и Дальнего Востока - 1,5 - 2,5.

Таблица 7.3

Производительность, тыс.т		Удельные капитальные вложения, руб.	
по горной массе	по руде	рудника	рудника и обогатительной фабрики
	Подземный способ разработки		
-	200	98,0	148,5
-	300	86,7	133,1
-	400	75,4	118,6
-	600	62,2	98,5
-	800	57,6	89,2
-	1000	54,5	81,6
-	1200	52,8	78,7
-	1400	50,9	76,4
-	1600	49,0	74,1
-	1800	48,0	72,6
-	2000	47,1	71,5
	Открытый способ разработки		
4000	1000	49,2	76,3
5200	1300	45,7	71,1
8000	2000	44,7	69,0
10000	2500	41,2	65,4
12000	3000	39,4	63,2
15200	3800	37,8	61,2
20000	5000	35,5	58,1

Примечания. 1. Необъемные затраты учтены с помощью коэффициента 1,3.
2. Показатели удельных капитальных вложений для открытого способа разработки месторождения рассчитаны при коэффициенте вскрыши 3 м³/т и объемной массе руды 3 т/м³.

Удельные нормативные показатели существуют и для эксплуатационных затрат по циклам добычи и переработки. При открытой разработке такие показатели учитывают производительность и коэффициент вскрыши, а при подземной - глубину отработки и основные типы систем добычи (с закладкой, без закладки). Удельные нормативные показатели на обогащение учитывают, наряду с годовой производительностью, вид полезного ископаемого и способ переработки.

7.4. СПОСОБЫ УТОЧНЕННОЙ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ

Способы уточненной оценки затрат обычно применяются на стадиях составления ТЭО постоянных кондиций, целесообразности промышленного освоения и др., когда требуется повышенная точность расчетов. Здесь используются только способы проектаналога и прямых расчетов.

Главным отличием уточненных способов оценки затрат является детализация расчетов, т.е. пообъектно-постатейное обоснование.

вание расходов. Так, капитальные вложения рассчитываются через отдельно определяемые затраты на строительство всех основных объектов согласно титульному списку, горно-капитальные и подготовительные выработки разделяются по типам, сечениям и условиям проходки. Затраты на приобретение оборудования, машин и механизмов определяются согласно составляемому перечню и прейскурантным ценам изготовителей. При оценке вложений в обогатительный комплекс отдельно учитываются затраты на создание хвостового хозяйства. Вложения в строительство объектов жилищного и культурно-бытового назначения определяются с учетом фактической планируемой численности трудящихся и т.п. Оценка затрат способом проекта-аналога производится путем корректировки основных статей расходов по всем разделам проекта. Так, для оценки капитальных затрат уточняют титульный список строительства, вносят необходимые коррективы в объемы и расценки строительно-монтажных работ, уточняют список оборудования и цены на него с учетом доставки на место работ.

Для оценки эксплуатационных затрат используются две основные схемы расчетов:

- показатели постатейных затрат проекта-аналога корректируются коэффициентами, учитывающими различие условий работ, после чего калькулируется общая величина затрат с учетом уровня инфляции;

- из проекта-аналога берутся только удельные показатели объемов затрат в физическом выражении (затраты труда, материалов, электроэнергии и т.д.), при необходимости корректируемые на изменение условий работ, а затем осуществляются их расценка с использованием уже фактических ставок оплаты труда, цен на материалы франко-предприятие (с учетом транспортировки), тарифов на электроэнергию и т.п. Последний вариант практически является уже способом прямого расчета.

При использовании способа прямого расчета могут использоваться укрупненные нормативы, однако они берутся уже отдельно для каждого вида работ (проходка горных выработок, строительно-монтажные работы и т.д.) и типа сооружений.

В состав капитальных затрат включаются затраты на дополнительные разведочные работы, с учетом достижения желаемого соотношения категорий запасов.

Эксплуатационные затраты рассчитываются по каждому виду работ. Так, при подземной добыче рассчитываются и калькулируются затраты на выемку, откатку, водоотлив, вентиляцию и т.д., а при открытом способе - затраты на буровзрывные работы, экскавацию, транспортировку вскрышных пород и полезного ис-

Таблица 7.4

Статья затрат	Показатель	Стоимость	
		тыс. дол.	дол./т
Зарплата с начислениями	Годовой фонд	700	2,30
Материалы	Суммарные годовые затраты	240	0,80
Электроэнергия	Годовой расход	170	0,57
Амортизация	Сумма отчислений	520	1,73
Прочие затраты	10 % от суммы предыдущих статей	163	0,54
Итого, полная себестоимость			5,94

копаемого, отвалообразование. Отдельно оцениваются затраты на работы по осушению, рекультивации и т.п. При оценке затрат на обогащение используются укрупненные нормативные показатели, учитывающие особенности минерального сырья, схему переработки и производительность фабрики. Расчет затрат также ведется по статьям (зарплата, материалы, энергия, амортизация и пр.). При этом для определения затрат труда, материалов (и пр.) в физическом выражении могут использоваться существующие нормативные справочники, однако ставки зарплаты, цены и тарифы принимаются уже по фактическим значениям, с учетом расположения объекта, возможных поставщиков ресурсов и т.д.

Общая схема расчетов проста и выглядит следующим образом [3, 7].

Заработная плата:

1) определяются затраты труда рабочих, служащих и ИТР и рассчитывается списочная численность трудящихся с учетом принимаемого режима работы (числа смен в сутки и рабочих дней в году);

2) рассчитывается годовой фонд заработной платы, исходя из списочной численности и принятой средней ставки (оклада);

3) рассчитывается удельный расход заработной платы на единицу добычи с учетом производительности.

Материалы:

1) определяются удельные расходы всех основных материалов согласно условиям работ;

2) рассчитываются общие удельные затраты по статье с учетом расходов и цен франко-предприятие.

Электроэнергия:

1) определяется расход электроэнергии на добычу единицы полезного ископаемого и на его пререработку;

2) рассчитываются удельные затраты по статье с учетом расхода и действующих тарифов.

Амортизация основных фондов:

- 1) определяется стоимость основных фондов;
- 2) устанавливаются нормы амортизационных отчислений по основным группам фондов (доля погашения их стоимости на год службы, %) и удельные затраты по амортизации.

Прочие затраты:

обычно принимаются как доля (в %) от суммы скалькулированных удельных затрат по учетным статьям (от 5 до 15 %).

Пример расчета полной цеховой себестоимости добычи 1 т руды на полиметаллическом руднике с производительностью 300 тыс. т руды в год приводится в табл. 7.4.

8

Éa ÄÇÄ

ç Äã é Éé é Å ã é Ü Öç à Ö ï é á ü â ë ТÇÖç ç é â ÑÖü íÖã úç é ë íà è ê à ç ÖÑê é è é ã ú áé ÇÄç à à

8.1. é Åô à Ö è é à ç ñ à è õ ç Äã é Éé é Åã é Ü Öç à ü è èà ç ÖÑêé è é ã úáé ÇÄç à à

Мировая практика использует три вида налогообложения хозяйственной деятельности горного производства [4, 12]:

- 1) налогообложение дохода;
- 2) налогообложение прибыли;
- 3) налогообложение повышенной нормы доходности (нормы окупаемости).

Налогообложение доходов (sales tax) производится путем взимания процентной ставки с дохода в качестве *платы за пользование недрами*.

За рубежом различные формы налога на доход в горном бизнесе носят общее название “роялти” (royalty), т.е. “королевского” (государственного) сбора [12, 14, 17].

Налог за право пользования недрами входит в себестоимость продукции предприятия. Таким образом, фактически расходы по выплате этого налога несет потребитель. Однако чем выше этот налог, тем выше себестоимость продукции и тем ниже конкурентоспособность данного производителя на мировом рынке.

В ряде стран (Чили, Перу, Норвегия) плата за пользование недрами вообще не взимается, что повышает конкурентоспособность продукции их горнодобывающих отраслей [4].

Налогообложение прибыли заключается в изъятии у предпринимателя части прибыли, образующейся после вычета из дохода всех затрат, т.е. эксплуатационных издержек, выплаты процентов по кредитам и налога с дохода (роялти). Таким образом, при налогообложении прибыли налогом облагается чистая прибыль предпринимателя и именно предприниматель несет тяжесть налогового бремени. Однако чем выше налог на прибыль, тем меньше средств будет вкладываться предпринимателем в дальнейшее развитие производства, в том числе в геологоразведочные работы по выявлению и разведке новых месторождений.

Как правило, налог на прибыль взимается во всех странах и

там, где действует налогообложение доходов, налог на прибыль является вторым, дополнительным налогом. При этом ставки налогообложения прибыли, как правило, значительно выше, чем при обложении дохода, и достигают 30-50 % и более. Наиболее высоким является налогообложение прибыли горного производства в Норвегии (90 %) и Великобритании (75 %) [4, 10].

Налог на прибыль может дифференцироваться с учетом размера прибыли, а так как большую валовую прибыль обычно имеют крупные предприятия, ставка налога для них в этом случае оказывается выше. При такой прогрессивной системе предприятие как бы платит налог со стоимости основных фондов, что побуждает его искать пути повышения фондоотдачи. Однако в горном производстве фактическая рентабельность не всегда пропорциональна стоимости основных фондов, а стремление повысить их отдачу проще всего реализуется путем выборочной отработки наиболее рентабельных участков месторождений. Таким образом, прогрессивный налог на прибыль в горном производстве *не стимулирует полноту использования недр* [10, 12].

Налог на норму окупаемости заключается в изъятии у предприятий той части прибыли, которая значительно превышает среднетраслевую норму. В горном производстве такой налог может рассматриваться как изъятие в пользу недровладельца (государства) части горной ренты. При наличии такого налога горным предприятиям должно быть выгодно снижать относительную доходность (рентабельность), что будет способствовать более полному использованию недр.

В большинстве промышленно развитых стран система налогообложения включает весьма ограниченное число налогов, главными из которых являются налоги на доход и на прибыль (или норму окупаемости). При этом повсеместно действует система многообразных налоговых скидок и льгот, имеющих целью стимулирование развития производства, конкуренции производителей и улучшение охраны среды [4, 10].

Акциз - налог на прибыль в виде фиксированного платежа с реализованной единицы продукции. Акцизом облагаются высокоприбыльные производства, и он рассматривается как налог на сверхприбыль. Однако практически акцизная ставка обычно включается производителем в цену продукции и акциз оказывается косвенным налогом на потребителя.

Особой формой налогообложения в горном бизнесе некоторых стран являются *платежи в специальные трастовые фонды развития производства* или *страховые фонды восстановления окружающей среды*. Назначение первых - обеспечение инвестирования в новые проекты посредством низкопроцентных займов

для участников фондов. Назначение вторых - обеспечить наличие средств на восстановление среды в случае банкротства компаний. При этом именные средства, накопленные в фондах, могут быть возвращены плательщику, если он соблюдает все свои обязательства по проведению рекультивационных работ.

8.2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ НАЛОГОВ И ПЛАТЕЖЕЙ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ В РОССИИ

Налогообложение недропользования в России регулируется следующими законами: “Об основах налоговой системы РФ” (1991 г., редакция 1998 г.), Налоговый кодекс РФ (утверждена часть 1, 1998 г.), “О недрах” (1992 г., редакции 1999, 2000 гг.), “О соглашениях о разделе продукции” (1995 г., редакция 1999 г.), “Об акцизах” (1991 г., редакция 1998 г.), “О ставках отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы” (1995 г.), “О налоге на прибыль предприятий и организаций” (1991 г., редакция 1998 г.), “О налоге на добавленную стоимость” (1991 г., редакция 1998 г.), “О налоге на имущество предприятий” (1992 г., редакция 1998 г.), “О плате за землю” (1992 г.), “О плате за пользование водными объектами” (1998 г., редакция 1999 г.), “О драгоценных металлах и драгоценных камнях” (1998 г., редакция 1999 г.), “О подоходном налоге с физических лиц” (1991 г., редакции 1998, 1999 гг.) [4, 10, 12].

Действующая система налогообложения горного производства в России включает прямые и косвенные налоги. К *числу прямых* относятся: налог на доход, ресурсные платежи, налоги на прибыль и на имущество, а к *числу косвенных* - налог на добавленную стоимость, акцизы, таможенные пошлины и др.

По объекту налогообложения в России действует пять групп налогов: налоги на имущество, ресурсные платежи, налоги на доход и на прибыль, налоги на действия (хозяйственные акты, финансовые операции, обороты и пр.).

Все налоги разделены на три вида: федеральные, республиканские и местные. *Федеральные налоги* действуют на всей территории РФ, а все сборы от них подлежат зачислению в федеральный бюджет. *Республиканские налоги* действуют в пределах территорий соответствующих республик, но являются общеобязательными. Суммы этих платежей равными долями зачисляются в бюджеты республики, края, района или города, где находится предприятие. Из *местных налогов* общеобязательными являются налог на имущество физических лиц, земельный налог и регист-

рационный сбор с лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью.

Всего в настоящее время в горнопромышленной отрасли России существует 27 видов федеральных налогов. Кроме того, субъекты Федерации применяют до 70 видов республиканских и местных налогов [4].

Наиболее существенны по величине налог на прибыль, отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы, плата за пользование недрами, отчисления в пенсионный фонд.

8.2.1. НАЛОГИ И ПЛАТЕЖИ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ В СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ

В себестоимость продукции горного производства в России включаются следующие специальные налоги и платежи:

- плата за пользование недрами;
- отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы;
- сбор за участие в конкурсах (аукционах) и выдачу лицензий;
- плата за пользование геологической информацией в Федеральном и территориальных геологических фондах;
- платежи за пользование акваторией и участками морского дна.

Плата за пользование недрами включает платежи за добычу полезных ископаемых (роялти), поиски и разведку месторождений, а также за пользование в иных целях. Порядок и размеры таких платежей устанавливаются при выдаче лицензий.

Платежи за добычу полезных ископаемых взимаются в виде разовых (бонусы) и регулярных платежей. *Разовые платежи* взимаются при выдаче лицензий. Их размер устанавливается органами Минприроды РФ индивидуально по каждому лицензируемому объекту, но не менее 10 % последующего годового регулярного платежа. При таком исчислении размер разовых платежей может достигать 1 - 2 % стоимости запасов передаваемых в освоение месторождений и по крупным объектам составлять сотни миллионов долларов. В последнее время появилась тенденция к выплате разовых платежей в рассрочку, что привело к размыванию границы между разовыми и регулярными платежами.

Регулярные платежи за добычу полезных ископаемых устанавливаются в виде процентной ставки от стоимости товарной продукции, заключенной в погашаемых запасах. При этом сверхнормативные потери (относительно нормативов, установленных ежегодными планами горных работ, согласованными с Госгортехнадзором) облагаются в двойном размере.

Предельные ставки регулярных платежей установлены Постановлением Правительства РФ № 828 от 28.10.1992 г. (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Вид минерального сырья	Ставка, %
Нефть, газ, конденсат	6 - 16
Уголь, горючие сланцы, торф	3 - 6
Черные металлы: Fe, Mn, Cr, V	1 - 5
Цветные и редкие металлы: Al, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Hg, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ta, Zn, W	2 - 6
Рассеянные элементы	4 - 6
Благородные металлы: Au, Ag, Pd, Pt и др.	2 - 4
Алмазы и драгоценные камни	4 - 8
Цветные камни и пьезооптическое сырье	4 - 6
Радиоактивное сырье	2 - 6
Горно-химическое сырье: фосфаты, хлориды и сульфаты Na, K, Mg, бораты, сера, барит, карбонатное сырье, йод, бром, рассолы, термальные воды	1 - 5
Горно-рудное и нерудное сырье для металлургии: асбест, графит, магнетит, брусит, дуниты, доломиты, флюсовые известняки, глины (кроме кирпичных), каолины, кварц и кварциты, кварцевое, кварц-полевошпатовое, кремнистое и стекольное сырье, кварц для плавки, тальк, пирофиллит, цеолиты, флюорит, слюды, асфальтиты, битумы, озокерит, минеральные краски, абразивы и др.	2 - 5
Подземные пресные воды	2 - 8
Нерудные стройматериалы: цементное сырье, гипс, ангидрид, мел, камень облицовочный, пыльный, бутовый и на щебень, пески строительные, песчано-гравийная смесь, галька, гравий, перлиты, глины кирпичные, керамическое сырье и др.	2 - 4

Конкретный размер ставки устанавливается при оформлении лицензии с учетом масштабов и горно-геологических особенностей месторождения, географо-экономических условий районов и степени риска.

Платежи за поиски и разведку месторождений полезных ископаемых взимаются в форме разовых и (или) регулярных взносов за единицу используемого участка недр или площади его поверхности. Размеры платежей устанавливаются в зависимости от географо-экономических условий, размера участка недр, вида полезного ископаемого, продолжительности работ, степени геологической изученности района и степени риска. Регулярные платежи устанавливаются в процентах от сметной стоимости работ: при поисках и оценке - от 1 до 2 %, а при разведке - от 3 до 6 %. В случае продления лицензии на такие работы в связи с тем, что недропользователь не сумел их завершить к установленному сроку, плата за пользование недрами увеличивается в 1,5 раза.

Отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы взимаются с пользователей недр, осуществляющих добычу полезных ископаемых, запасы которых были разведаны за счет государственных средств.

Размер отчислений устанавливается в процентах от товарной стоимости фактически добытого сырья. Ставки этих отчислений

устанавливаются законом “О ставках отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы” (1995 г.). Размеры ставок для всех пользователей недр единые (табл. 8.2).

Отчисления на воспроизводство могут быть полностью или частично оставлены в распоряжении недропользователя при условии их направления на геологоразведочные работы по развитию минерально-сырьевой базы согласно планам, согласуемым с территориальными органами Минприроды РФ.

Следует отметить, что отчисления на воспроизводство призваны компенсировать государству затраты на геологоразведочные работы, проводившиеся за счет бюджетных средств. Однако ставки этих отчислений очень велики и их взимание в течение всего времени эксплуатации объектов неоправданно. По мере развития активности предпринимателей в самостоятельном изучении недр данный вид платежей должен постепенно исчезнуть.

Сборы за участие в конкурсах (аукционах) вносятся всеми их участниками и являются одним из условий регистрации заявки. Сбор за оформление, регистрацию и выдачу лицензии взимается с ее получателя. Сумма сборов устанавливается исходя из стоимости прямых затрат на подготовку, проведение и подведение итогов конкурса (аукциона), подготовку, оформление и регистрацию лицензии.

Платежи за пользование геологической информацией, полученной за счет государственных средств, взимаются в соответствии с положением, утверждаемым Правительством РФ. Получение информации об участке недр каким-либо иным путем, кроме определенного положением, не освобождает пользователя от оплаты.

Платежи за пользование акваторией и участками морского дна взимаются с пользователей недр дна территориального моря, осуществляющих поиски, разведку, добычу полезных ископаемых и пользование недрами в иных целях. Конкретные размеры платежей определяются согласно реестрам, состав-

Таблица 8.2

Вид минерального сырья	Ставка, %
Нефть	10
Твердое топливо	5
Железные и хромовые руды	3,7
Цветные и редкие металлы	8,2
Апатиты и фосфориты	3,1
Благородные металлы	2
Алмазы	3,5
Радиоактивное сырье	17
Другие полезные ископаемые	5

ленным на основе районирования континентального шельфа и морской исключительно экономической зоны по географо-экономическим и экологическим параметрам, с учетом режима работ в зонах особого внимания (районы с естественной средой, необходимой для жизнедеятельности уникальной флоры и фауны; районы, требующие защиты прибрежных земель, подверженные штормам, разрушениям, эрозии). Размер платежей устанавливается органами, предоставляющими лицензию на право пользования конкретной акваторией, по согласованию с государственным органом охраны окружающей среды и другими компетентными органами.

8.2.2. НАЛОГИ И ПЛАТЕЖИ, УПЛАЧИВАЕМЫЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ В СООТВЕТСТВИИ С ОБЩИМ НАЛОГОВЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ

Кроме перечисленных выше специальных горных налогов горные предприятия облагаются всеми прямыми и косвенными налогами, действующими для хозяйственных субъектов. Перечень таких налогов с указанием налогооблагаемой базы и размера ставки приведен в табл. 8.3.

Как следует из табл. 8.1 - 8.3, только прямые налоги, исчисляемые от стоимости производимой продукции, могут достигать 18 - 20 %, а с учетом отчислений по фонду заработной платы и

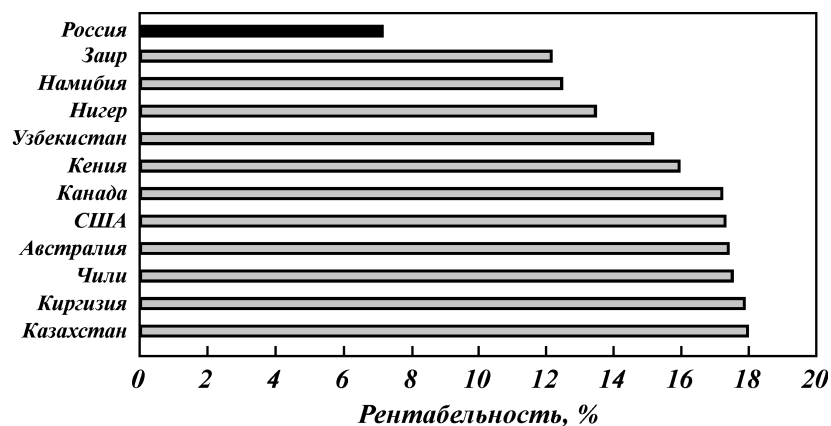


Рис. 8.1. Диаграмма уровней рентабельности проекта золотодобывающего предприятия, просчитанного для условий налогообложения, действующих в разных странах. По Т. Баттону

Таблица 8.3

Вид налога	База налогообложения	Ставка, %	Регламентирующий документ
Социальные налоги			
Отчисления в пенсионный фонд	Фонд оплаты труда	28	Федеральный закон РФ от 05.02.1997 г.
Отчисления в фонд социального страхования	То же	5,4	То же
Отчисления в фонд медицинского страхования	“	3,6 (+1% из зарплаты работников)	“
Отчисления в фонд занятости	“	2	“
Ресурсные налоги			
Плата за землю	Площадь, занимаемая производственными объектами	Тариф за 1 га до 0,1 % от стоимости земли*	Федеральный закон РФ от 11.10.1991 г.
Плата за воду	Объем потребляемой воды	Тариф за 1 м ³ до 0,1 от стоимости воды*	Постановление Правительства РФ № 818 от 22.07.1998 г.
Отчисления на воспроизводство лесов	Стоимость заготовляемой древесины	20	Инструкция Госналогслужбы РФ № 25 от 19.04.1994 г.
Дорожные налоги			
Налог на пользователей автодорог	Объем товарной продукции	2,5	Инструкция Госналогслужбы РФ № 30 от 15.05.1995 г.
Налог с владельцев транспортных средств	Мощность двигателей	По специальной шкале	То же
Прочие налоги			
Отчисления во внебюджетный фонд НИОКР	Годовая стоимость продукции без НДС и СН	1	Федеральный закон РФ от 11.10.1991 г.

* Размер тарифа устанавливается местной администрацией.

косвенных налогов, включаемых в цену потребляемых материалов, увеличивающих эксплуатационные затраты, налоговая составляющая в себестоимости может достигать 20 - 40 %.

В результате по уровню сравнительной рентабельности одного и того же проекта, просчитанного в условиях систем налогообложения различных стран, Россия оказывается едва ли не на последнем месте в мире, пропуская вперед не только развитые капиталистические страны, но и республики СНГ, и большинство стран Азии, Африки и Латинской Америки (рис. 8.1).

8.2.3. НАЛОГИ И ПЛАТЕЖИ ИЗ ПРИБЫЛИ

Горными предприятиями, как и всеми другими субъектами хозяйственной деятельности, уплачиваются следующие налоги и платежи из прибыли:

- налог на прибыль;
- налог на имущество;
- налог на содержание объектов соцкультбыта;
- налог на нужды образовательных учреждений;
- налог на содержание милиции и благоустройство.

База налогообложения и установленные ставки налогов из прибыли приведены в табл. 8.4. При исчислении суммы налогооблагаемой прибыли из валовой прибыли вычитаются процентные выплаты по кредитам.

Общая сумма налоговых отчислений из прибыли может превышать 40 %.

Отсутствие прибыли не является основанием для отмены, отсрочки или рассрочки налоговых платежей, база которых не связана с прибылью, т.е. такие налоги фактически уплачиваются предприятиями и при убытках. Кроме того, из прибыли предприятий уплачиваются штрафы и пени, связанные с несвоевременным исполнением хозяйственных обязательств, в том числе обязательств по налоговым выплатам.

Следует отметить, что имущество горных предприятий (основные фонды) в значительной части образуют горно-капитальные и горно-подготовительные выработки, представляющие собой сооружения узкоспециального назначения, отчуждение которых в процессе работы предприятий невозможно, а по заверше-

Таблица 8.4

Вид налога	База налогообложения	Ставка, %	Регламентирующий документ
Налог на прибыль	Налогооблагаемая прибыль	35	Инструкция Госналогслужбы РФ № 37 от 10.08.1995 г. Федеральный закон РФ от 13.12.1991 г.
Налог на имущество	Среднегодовая балансовая стоимость имущества	2	
Налог на содержание объектов соцкультбыта	Выручка от реализации продукции без НДС и СН	1,5	
Налог на нужды образовательных учреждений	Расходы на оплату труда, включенные в себестоимость	1	
Налог на содержание милиции	То же	3	

нии работ они имеют нулевую ликвидность. Правомерность рассмотрения таких сооружений как налогооблагаемого имущества достаточно сомнительна.

8.2.4. НАЛОГИ, НАЧИСЛЯЕМЫЕ СВЕРХ УСТАНОВЛЕННОЙ ЦЕНЫ ПРОДУКЦИИ

К налогам, уплачиваемым сверх цены предприятия, относятся:

- налог на добавленную стоимость;
- акцизы;
- таможенные экспортные пошлины;
- налог с продаж.

База налогообложения и ставки этих налогов приведены в табл. 8.5. Сумма налога на добавленную стоимость, подлежащая внесению в бюджет, определяется как разница между суммами налога, полученными у покупателей за реализованные товары (работы, услуги), и суммами налога, фактически уплаченными поставщикам за использованные материальные ресурсы (работы, услуги), стоимость которых отнесена на издержки производства и обращения.

От уплаты НДС освобождаются сырье, экспортируемое за пределы СНГ, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, выполняемые для горной промышленности на основе хозяйственных договоров, обороты по реализации для дальнейшей переработки и аффинирования руд и концентратов, содержащих дра-

Таблица 8.5

Вид налога	База налогообложения	Ставка	Регламентирующий документ
Налог на добавленную стоимость	Обороты по реализации	20 %	Закон РФ от 06.12.1991 г. в редакции от 02.01.2000 г.
Акциз (только на нефть и газ)	Стоимость продукции	Для нефти 55 руб/т, за газ 15 - 30 % стоимости	Закон РФ от 06.12.1991 г. в редакции от 02.01.2000 г.
Вывозные таможенные пошлины*	То же	5 - 20 %, для нефти до 5 евро/т	Постановления Правительства РФ № 219 от 25.02.1999 г., № 4441-443 от 16.04.1999 г. и № 847 от 23.07.1999 г.
Налог с продаж	Стоимость продукции и услуг	5 % при реализации за наличный расчет	Закон РФ от 13.07.1998 г.

* Подробнее см. приложение № 7.

гоценные металлы, обороты по реализации драгоценных металлов и камней в Государственный фонд РФ и уполномоченным коммерческим банкам, платежи малых предприятий по лизинговым сделкам.

Акцизы для минерального сырья взимаются только при реализации нефти и газа, кроме попутного газа, получаемого при добыче нефти. От акциза на нефть и газ освобождены также некоторые компании, не входящие в холдинги “Газпром”, “Норильскгазпром”, “Якутскгазпром” и “Сахалинморнефтегаз”.

Однако акциз взимается с операций по реализации ювелирных изделий из драгоценных металлов и камней (5 % от их стоимости) и бензина.

Вывозные пошлины взимаются с минерально-сырьевой продукции, указанной в списке товаров, подлежащих такому обложению. Не облагаются пошлиной каменный и бурый уголь, торф.

Так как продукция горно-промышленных предприятий может реализовываться за наличный расчет лишь в исключительных случаях, налог с продаж на нее обычно не распространяется.

На первый взгляд, все указанные налоги как будто не должны сказываться на экономике горных предприятий, поскольку соответствующие суммы в их обороте не участвуют. Однако практически все они ложатся на издержки производства и выплачиваются предприятиями из прибыли. Так, введение в 1999 г. таможенной пошлины на драгоценные металлы, естественно, никак не повлияло на их цены на Лондонской бирже, по которым производится реализация. Соответственно, суммы указанного налога просто изымаются из прибыли российских золотодобывающих компаний, стимулируя последние к повышению эксплуатационных кондиций и снижению полноты использования недр.

Многие горные предприятия осуществляют периодическую отгрузку продукции и вынуждены уплачивать НДС в момент отгрузки, хотя поступление выручки на их счета может происходить со значительной задержкой во времени. Суммы этого налога предприятиям приходится изымать из оборотных средств, увеличивая эти средства, т.е. опять-таки увеличивая собственные издержки.

Вообще для минерально-сырьевой продукции, существенная часть стоимости которой обусловлена горной рентой, правомерность взимания налога на добавленную стоимость в полном объеме сомнительна, и действующую единую ставку этого налога для данной отрасли следовало бы если не отменить, то хотя бы снизить.

8.3. НАЛОГОВЫЕ ЛЬГОТЫ

Российское законодательство предусматривает следующие основные виды налоговых льгот: необлагаемый минимум объекта налогообложения или уменьшение базы налогообложения; понижение налоговых ставок; освобождение от уплаты налогов; налоговые кредиты и отсрочки выплат, т.е. временное освобождение от налогов, с возмещением их в будущем.

Реально в горнопромышленной отрасли России в настоящее время широко практикуется только *уменьшение налогооблагаемой базы* в соответствии с общим порядком. Так, из налогооблагаемого имущества разрешается исключать объекты жилищно-коммунальной и социально-культурной сферы, находящиеся на балансе налогоплательщика, объекты, используемые для охраны природы, пожарной безопасности или гражданской обороны и др. Налогооблагаемая прибыль может быть сокращена за счет сумм, направляемых на капитальные вложения в развитие производства, погашение кредитов, полученных на эти цели, благотворительных взносов в экологические и оздоровительные фонды (но не более 3 % от налогооблагаемой прибыли), а также ассигнований на НИОКР и взносов в Российские фонды фундаментальных исследований и технологического развития (не более 10 % от облагаемой налогом прибыли). Для предприятий, имевших в предыдущем году убыток, освобождается от уплаты налога на прибыль та ее часть, которая направляется на покрытие прошлых убытков.

Однако все эти льготы существенной роли не играют, касаются налогов на прибыль и конкурентоспособности российских горных предприятий не повышают.

Законом "О недрах" предусмотрено предоставление налоговых льгот по платежам за пользование недрами предприятиям, осуществляющим добычу дефицитного сырья, *в случае истощения недр в процессе эксплуатации*. Однако нормативная база для использования соответствующих статей закона не разработана. Согласно разъяснительному Письму Минприроды РФ (№ ВО-61/31024 от 18.11.1996 г.), до выхода таких документов вопросы о предоставлении скидок или отмене ресурсных платежей могут рассматриваться Минприроды РФ после апробации необходимых материалов ГКЗ. Однако практически вопросы о таких льготах не решаются, прежде всего потому, что для доказательства истощенности недр предприятиям надо производить пересчет кондиций и запасов и направлять их на экспертизу в ГКЗ, что стоит немалых денег, в то время как желаемый результат (предоставление налоговых льгот) отнюдь не гарантирован. Для место-

Льготы по налогообложению при недропользовании
Полное освобождение
<i>От платежей за добычу полезных ископаемых (роялти)</i>
При добыче общераспространенных полезных ископаемых владельцами земельных участков для собственных нужд
При добыче общераспространенных полезных ископаемых малочисленными народами в местах их проживания
При региональных геологических исследованиях
При работе на особоохраняемых геологических объектах
<i>От платежей за поиски и разведку месторождений</i>
При поисках и разведке полезных ископаемых в пределах горного отвода
<i>От акцизов</i>
При использовании нефти и газа в технологических процессах их добычи
При добыче попутного газа
При продаже нефти и газа физическим лицам и жилищным кооперативам
При добыче нефти из бездействующих, контрольных или законсервированных скважин
<i>От отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы</i>
При добыче трудноизвлекаемых, забалансовых и ранее списанных запасов
При использовании вскрышных и вмещающих пород и отходов горного производства
При разработке месторождений, разведанных за счет средств недропользователя
<i>От налога на добавленную стоимость</i>
При экспорте минерального сырья за пределы СНГ
При реализации драгоценных металлов и камней государству и коммерческим банкам
При реализации для переработки и аффинирования руд, концентратов и отходов, содержащих драгоценные металлы
При реализации драгоценных камней предприятиям по обработке для дальнейшей поставки на экспорт
Частичное освобождение (скидка)
<i>От платежей за добычу полезных ископаемых (роялти)</i>
При добыче в сложных горно-технических условиях
При добыче трудноизвлекаемых, забалансовых или ранее списанных запасов
При использовании новых технологий извлечения компонентов
За истощение недр
При отработке дефицитных видов полезных ископаемых из низкорентабельных месторождений
При добыче полезных ископаемых из остаточных запасов низкого качества
По решению органов представительной власти субъектов РФ в части налога, поступающего в бюджет этого субъекта

Рис. 8.2. Схема существующих льгот по налогообложению недропользования в России

рождений же, только вовлекаемых в эксплуатацию, вопрос об “истощении” недр вообще не может быть поставлен в законном порядке, хотя в целом ряде случаев их природные особенности таковы, что безубыточное освоение возможно только при снижении налогового бремени.

Оживление и подъем российской горной промышленности настоятельно требуют разработки действенной системы налоговых льгот, причем в первую очередь по налогам с дохода, учитываемым в себестоимости.

Общая схема действующих льгот по налогообложению представлена на рис. 8.2.

В заключение следует отметить, что действующая налоговая система в области недропользования еще далека от совершенства и в нее, вероятно, будут еще неоднократно вноситься коррективы.

В настоящее время на рассмотрении в Государственной Думе находится ряд законопроектов, корректирующих действующее законодательство.

8.4. ОСОБЕННОСТИ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ СОГЛАШЕНИЙ О РАЗДЕЛЕ ПРОДУКЦИИ

Соглашения о разделе продукции в настоящее время рассматриваются как основной путь привлечения в горную промышленность России крупных внешних инвестиций [3, 4, 11]. Условия таких соглашений предусматривают освобождение инвестора (предпринимателя) от большинства действующих налогов, кроме роялти и налога на прибыль, которые могут уплачиваться натурой, т.е. полученной продукцией, передаваемой недровладельцу (государству) вместе с долей этой продукции, являющейся по соглашению платой за право деятельности. При этом налог на прибыль начисляется только на ту часть прибыльной продукции, которая является по соглашению долей инвестора. Общая схема распределения продукции при заключении соглашений о разделе представлена на рис. 8.3.

Важным моментом соглашения о разделе является также то, что условия раздела продукции и налогообложения определяются при его заключении и не могут быть изменены в течение всего срока действия. Таким образом, основные параметры, определяю-



Рис. 8.3. Схема распределения добываемой нефти между инвестором и государством в условиях соглашения о разделе продукции

шие эффективность вложения средств в проект, известны инвестору в момент принятия им решения и не будут меняться в течение всего времени осуществления проекта. В условиях перманентного изменения налогового режима преимущества таких условий для инвестора очевидны и существенно снижают риск.

Соглашение о разделе продукции может предусматривать также выплату инвестором бонусов при заключении соглашения или при достижении определенного результата, установленного соглашением, а также ежегодных платежей за проведение геологоразведочных работ.

Плата за пользование землей и другими природными ресурсами осуществляется инвестором на договорной основе в соответствии с действующим законодательством.

Операторы соглашения о разделе продукции, а также подрядчики, поставщики, перевозчики и другие юридические лица, связанные контрактами с инвестором, заключившим соглашение о разделе, освобождаются от взимания НДС и акцизов как при ввозе на территорию России товаров и услуг в соответствии с проектом, так и при вывозе минерально-сырьевой продукции, являющейся собственностью инвестора согласно соглашению.

9

ГЛАВА

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИ

9.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И АКТЫ ГОРНОГО ПРАВА

Главными актами горного права в России являются Конституция Российской Федерации (статья 22), Закон РФ “О недрах” (1992 г., редакции 1995, 1999, 2000 гг.), Федеральные законы “О соглашениях о разделе продукции” (1995 г., редакция 1999 г.), “О ставках отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы” (1995 г.), “О драгоценных металлах и драгоценных камнях” (1998 г., редакция 1999 г.) и др., а также законы субъектов Российской Федерации о недрах.

Отдельные вопросы недропользования регулируются законами Российской Федерации, прямо не связанными с недропользованием. Таковы, например, законы “Об инвестиционной деятельности”, “Об охране окружающей среды”, “Об экологической экспертизе”, “О континентальном шельфе Российской Федерации” и др., а также законы, регулирующие общие гражданские и производственные отношения в России (“Гражданский кодекс” и др.) [4, 10, 12].

Опыт горного предпринимательства в рыночных условиях в России еще крайне невелик. По мере его накопления, по-видимому, будут разрабатываться и приниматься новые правовые акты, вноситься изменения в отдельные статьи и пункты действующих актов и т.п.

Ниже будут освещены лишь определяющие положения основных действующих актов. Более подробная характеристика Российского Горного права приводится в специальной литературе [4, 10, 11, 12].

К основным положениям Горного права относятся:

- право собственности на недра как один из элементов природной среды;
- право собственности на полезные ископаемые и другие полезные свойства недр;
- право собственности на имущество и геологическую информацию, создаваемые в процессе пользования недрами.

Действующее законодательство определяет недра как часть земной коры, расположенную ниже почвенного слоя, а при его отсутствии - ниже поверхности Земли и дна водоемов и водотоков, простирающуюся до глубины, доступной для геологического изучения и освоения.

Право собственности на недра в России действующими правовыми актами определяется следующим образом:

- недра находятся в государственной собственности;
- владение, пользование и распоряжение недрами в пределах государственной границы находится в совместном ведении Российской Федерации и ее субъектов, а за пределами границы (в морской экономической зоне и на континентальном шельфе) - в исключительном ведении Российской Федерации;
- владение, пользование и распоряжение недрами осуществляются в интересах всех народов, проживающих на соответствующей территории и всех народов Российской Федерации.

Недра предоставляются в пользование на условиях, определяемых законодательством. Участки недр с находящимися в них минеральными ресурсами не могут быть предметом купли-продажи, дарения, наследования, залога или отчуждаться в какой-либо иной форме. Права пользования могут отчуждаться или переходить от одного лица к другому в той мере, в какой это допускается Федеральными законами.

Право собственности на недра отделено от права собственности на землю (поверхность земли, почву и т.д.).

Владелец земельного участка не имеет каких-либо прав на соответствующий участок недр, однако имеет право осуществлять: добычу общераспространенных полезных ископаемых, не числящихся на государственном балансе; строительство подземных сооружений на глубину до 5 м; устройство и эксплуатацию бытовых колодцев и скважин из первого водоносного горизонта, не являющегося источником централизованного водоснабжения.

Пользователь недр обязан произвести в установленном порядке отчуждение (отвод) земельного участка для производства работ, если эти работы связаны с нарушением земной поверхности, строительством зданий и сооружений и т.п.

Право собственности на минеральное сырье, добытое из недр, появляется в процессе добычи полезных ископаемых. Это право может осуществляться предприятиями и организациями любой формы собственности, предусмотренной законодательством. Добытые из недр полезные ископаемые могут находиться в федеральной собственности, собственности субъектов Федерации, муниципальной, частной и иных формах собственности.

Вопрос о собственности на добытое полезное ископаемое или

ее разделе между недропользователем и собственником недр (государством, субъектом Федерации) определяются условиями лицензионного соглашения.

Право собственности на горное имущество и геологическую информацию определяется принципом: объект является собственностью того, кто оплатил его создание или приобретение.

Условия собственности на имущество определяются условиями лицензии. Если недропользователь получает право собственности на все добытое полезное ископаемое и оплачивает имущество и активы из собственных средств (кредитов), компенсируя эти затраты доходами от реализации продукции, все имущество и активы являются его исключительной собственностью. Если недропользователь получает право собственности лишь на часть добытой продукции, стоимостью которой государство компенсирует его затраты, имущество и активы, приобретенные в этот период, являются собственностью государства.

Геологическая информация, полученная пользователем за счет государственных средств, является собственностью государства, а за счет собственных средств - собственностью недропользователя. Однако геологическая информация, являющаяся собственностью пользователя, должна представляться им по установленной форме в федеральный и территориальный фонды геологической информации. Собственник может лишь оговорить условия пользования этой информацией в фондах с учетом собственных интересов.

Исполнитель работ имеет право использовать полученную им геологическую информацию для научной и преподавательской деятельности, если иное не предусмотрено договором между ним и финансирующим работы субъектом.

9.2. СИСТЕМА ПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДРАМИ

Система пользования недрами в России включает подсистемы пользования недрами, предоставления недр в пользование и контроля за использованием недрами.

Предоставление недр в пользование производится для следующих видов деятельности:

- 1) регионального геологического изучения, в том числе: региональных геолого-геофизических работ, геологической съемки, инженерно-геологических изысканий, научно-исследовательских работ по общему изучению недр, прогноза землетрясений и вулканической деятельности, создания и ведения мониторинга недр, контроля за режимом подземных вод;

2) геологического изучения, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, а также геологические исследования и оценку участков недр под строительство подземных сооружений;

3) разведки и добычи полезных ископаемых, включая использование отходов горного производства;

4) строительства и эксплуатации разнообразных подземных сооружений (транспортных, гидротехнических, военных, лечебных, спортивных, хранилищ питьевой воды, нефти и др.);

5) образования особо охраняемых объектов, в том числе заповедников и др.;

6) сбора геологических и других коллекций.

Недра могут предоставляться в пользование одновременно для геологического изучения (поиски, разведка) и добычи полезных ископаемых. В этом случае добыча может производиться как в процессе изучения, так и после его завершения.

Пользование недрами в Российской Федерации, за исключением работ по региональному геологическому изучению и созданию особо охраняемых объектов, является платным.

Недра предоставляются в пользование на определенный срок или без ограничения срока. Установлены следующие сроки пользования в зависимости от вида деятельности:

- для геологического изучения - до 5 лет;
- для добычи полезных ископаемых - до 20 лет;
- при совмещении изучения с добычей - до 25 лет.

Без ограничения срока недра могут быть предоставлены в пользование для строительства подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, создания особо охраняемых объектов и в иных целях.

Сроки исчисляются со дня предоставления права пользования и могут быть продлены на те же сроки по ходатайству пользователя.

9.2.1. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ НЕДР В ПОЛЬЗОВАНИЕ

Предоставление недр в пользование осуществляется государством в лице уполномоченных органов. Государство, являющееся собственником недр, определяет программу освоения недр, участки недр, которые предполагается предоставить в пользование, и выбор конкретного недропользователя в соответствии с установленным порядком, с последующим юридическим оформлением его прав на пользование.

Государство определяет условия, на которых предполагается передача недр в пользование. Недропользователь добровольно решает, подходят ли ему эти условия и, при положительном

решении, заявляет, что он готов приступить к использованию недр. При этом он может в той или иной форме вести переговоры об уточнении или изменении условий предоставления недр в пользование. При достижении взаимного согласования условий недропользователю оформляется лицензия на право пользования недрами, неотъемлемой частью которой является договор или соглашение об условиях пользования.

Лицензия предоставляется совместно органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации и Федеральным органом управления фондом недр (Министерством природных ресурсов РФ или его территориальным подразделением). Оформление, регистрация и выдача лицензии осуществляются Федеральным органом управления фондом недр или его территориальным подразделением.

Объекты лицензирования (участки недр, предоставляемые в пользование) могут быть отнесены к объектам федерального значения. Порядок отнесения объектов к объектам федерального значения, в том числе к федеральному фонду резервных месторождений, и условия пользования ими определяются федеральными законами.

Статус участков федерального значения могут получать участки недр, имеющие важное значение для обеспечения государственных потребностей в стратегических или иных дефицитных видах сырья, на основании совместных решений органов Федерации и соответствующего субъекта.

Работы по региональному геологическому изучению недр, выполняемые за счет средств госбюджета, осуществляются без оформления лицензий, но с обязательной регистрацией в территориальных геологических органах Министерства природных ресурсов.

Лицензия на поиски и оценку месторождений полезных ископаемых удостоверяет право проведения таких работ только на вид сырья, указанный в лицензии.

Лицензия на добычу полезного ископаемого может выдаваться на все месторождение или его часть, обособляемую геологическими, горно-техническими или технологическими условиями (например, на добычу части, доступной для открытых работ, добычу только окисленных руд и т.п.). Допускается также одновременное предоставление одному пользователю нескольких лицензий на право добычи по группе близко расположенных месторождений, если экономически рентабельной является только совместная их разработка.

Допускается предоставление лицензии на право добычи на участке недр, где уже действует лицензия на геологическое изу-

чение недр. В этом случае владелец лицензии на геологическое изучение должен быть безотлагательно извещен предоставляющими лицензию органами о принимаемом решении и ему должна быть предоставлена возможность подать заявку на получение лицензии на добычу на общих основаниях.

Лицензия на разведку месторождения отдельно не предоставляется, и право разведки предусматривается в лицензии на добычу.

Лицензия является юридическим документом, удостоверяющим право ее владельца на пользование участком недр в определенных границах, с указанной в лицензии целью, в течение установленно-го срока и при соблюдении оговоренных условий.

Допускается предоставление лицензий на несколько видов пользования в пределах одного участка недр, а также нескольких лицензий на разные виды пользования в пределах разных участков одному лицу.

Лицензия предоставляется при наличии предварительного согласия органа управления земельными ресурсами либо собственника земли на отвод земельного участка в целях недропользования. Переговоры о предоставлении земельных участков ведутся органами, предоставляющими лицензию. Затраты на получение права пользования земельным участком несет недропользователь. Однако в случае выполнения им функций подрядчика собственника недр эти затраты подлежат компенсации.

Лицензия представляет собой установленной формы бланк с Государственным гербом Российской Федерации

Применительно к отдельным видам полезных ископаемых законодательно могут быть предусмотрены некоторые специфические положения лицензирования (нефть, газ и др.).

Законодательством установлено два статуса участков недр, на которые выдается лицензия: геологический отвод и горный отвод. Статус геологического отвода получают участки, предоставляемые для геологического изучения недр, проводимого без существенного нарушения их целостности. В пределах одного геологического отвода могут быть выданы несколько лицензий на различные виды деятельности, включая, например, поиски и оценку различных полезных ископаемых или поиски и оценку, разведку и добычу полезных ископаемых, причем эти лицензии могут выдаваться как одному, так и разным недропользователям.

В пределах одного горного отвода может быть выдана только одна лицензия одному пользователю, получающему по ней исключительное право деятельности в этих пределах в соответствии с лицензией. Деятельность иных лиц, связанная с использованием недрами в границах горного отвода, допускается только с разрешения владельца лицензии.

Лицензия на пользование недрами на условиях соглашения о разделе продукции выдается после подписания такого соглашения между владельцем недр (государством) и инвестором. При этом объекты недр, право на пользование которыми может быть предоставлено на условиях таких соглашений, устанавливаются Федеральным законом.

Предоставление недр в пользование может производиться на *соревновательной и бесконкурсной* основе.

Порядок проведения и условия конкурсов и аукционов по каждому объекту или группе объектов определяются органами, предоставляющими лицензии.

На *бесконкурсной* основе право на пользование недрами может быть предоставлено в следующих случаях:

- при установлении факта открытия месторождения пользователем недр, проводившим их геологическое изучение за счет собственных средств (для разведки и добычи полезного ископаемого);

- для геологического изучения недр;

- для геологического изучения и добычи подземных вод для питьевого водоснабжения населения или технического водоснабжения предприятий;

- для строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;

- для создания и эксплуатации нефтегазохранилищ, захоронения промышленных или бытовых отходов в пластах горных пород;

- для добычи общераспространенных полезных ископаемых на месторождениях местного значения, а также иного использования участков недр местного значения;

- в случае перехода прав пользования недрами в соответствии с установленным законом порядком;

- при вступлении в силу заключенного соглашения о разделе продукции;

- при предоставлении права краткосрочного пользования (до одного года) юридическому лицу, право пользования которого данным участком недр досрочно прекращено.

На *соревновательной* основе предоставление недр в пользование производится посредством проведения *конкурсов* или *аукционов*.

Наименования объектов, выставляемых на конкурс или аукцион, и условия последних публикуются в печати.

Предприниматель, желающий принять участие в конкурсе (аукционе), подает по установленной форме соответствующую заявку. Заявка должна содержать сведения об официальном наименовании предприятия (компании, организации), месте его реги-

страции, адресных и банковских реквизитах, а также сведения, подтверждающие компетентность и финансовую состоятельность. После официального принятия заявки и выполнения определенных процедур (уплата соответствующих взносов и др.) заявитель может на установленных условиях получить пакет геологической и технико-экономической информации по интересующему его участку недр.

В принятии заявки может быть отказано, если:

- заявка подана с нарушением установленных требований и объявленных условий конкурса или аукциона;
- заявитель умышленно представил о себе неверные сведения;
- заявитель не представил и не может представить доказательств того, что он располагает или будет располагать необходимыми финансовыми и техническими средствами, а также кадрами квалифицированных специалистов для эффективного и безопасного проведения работ;
- в случае предоставления недр в пользование не будут соблюдены требования антимонопольного законодательства.

Проанализировав представленную ему информацию, заявитель прежде всего решает для себя вопрос о продолжении участия в конкурсе (аукционе) и, при положительном решении, представляет приемлемый для него вариант технико-экономических показателей (ТЭП) ведения работ по намечаемому виду пользования недрами.

Указанные ТЭП представляют собой комплекс материалов, обосновывающих принципиальные решения и ожидаемые технико-экономические показатели по всем вопросам, связанным с предполагаемым использованием недр, включая прогноз количества получаемой продукции, условия ее сбыта, величины капитальных затрат и эксплуатационных расходов, условия финансирования, охрану окружающей среды, социальные вопросы и др.

Аукционная форма предусматривает оповещение конкурентов о минимально необходимых ТЭП, сроках и порядке платежей и др. Победителем аукциона признается заявитель, предложивший максимальную плату за получение права на пользование недрами.

Конкурсная форма предусматривает оповещение конкурсантов об условиях конкурсов, включая желаемые ТЭП, а также требования по охране окружающей среды, решению социальных вопросов и т.д. Победителем конкурса признается заявитель, представивший экономически приемлемые и наиболее соответствующие условиям технические решения.

Конкурс считается не состоявшимся, если заявок на участие не поступило или ни один из конкурсантов удовлетворительных решений не предложил. Однако если была подана лишь одна



Рис. 9.1. Схема выдачи лицензий на право пользования недрами

заявка, лицензия на условиях конкурса может быть выдана этому заявителю. В случае если конкурс признается несостоявшимся, затраты, понесенные участниками, не компенсируются.

В процессе подведения итогов конкурсов (аукционов) может применяться двухэтапная система с предварительным отбором претендентов в финальную группу, а затем выявлением среди финалистов претендента, предложившего максимальный бонус подписания. В случае равных бонусов - допускается открытый аукцион.

Лицензия, предоставленная победителю конкурса или аукциона, регистрируется федеральным или территориальным геологическим фондом в месячный срок со дня поступления и вступает в силу после регистрации. После приобретения лицензии ее владелец имеет право получить в фондах полный объем геологической информации по предоставленному ему согласно лицензии участку недр (геологическому или горному отводу). Списки предприятий, получивших лицензии, и условия их предоставления должны быть опубликованы.

Предоставление в пользование недр акваторий морской экономической зоны и континентального шельфа регламентируется специальными правилами.

Передача предусмотренных в лицензии прав другому субъекту предпринимательской деятельности допускается только в случае изменения организационно-правовой формы держателя лицензии, т.е. его объединения с другими предприятиями, разделения на самостоятельные предприятия или изменения наименования. Лицензия при этом подлежит переоформлению.

Лицензией определяется переход части прав собственника недр - права пользования от государства к недропользователю. Все другие отношения недропользования предполагается регулировать нормами гражданского права.

Общая схема предоставления недр в пользование показана на рис. 9.1.

9.2.2. УСЛОВИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Условия недропользования определяются при выдаче лицензии соглашением (договором) собственника недр (государства) в лице его уполномоченных органов и недропользователя, в соответствии с общими нормами гражданского права.

Существуют три типа договорных отношений в области недропользования:

- недропользователь вносит плату за пользование недрами и уплачивает другие установленные налоги, но полностью распоряжается всей произведенной продукцией;

- недропользователь и собственник недр заключают соглашение о разделе производимой продукции;

- недропользователь заключает с собственником контракт на предоставление определенных услуг (сервисное соглашение).

В первом случае недропользователь осуществляет все работы по реализации предоставленных лицензией прав за счет собственных средств, принимая на себя все риски. Добытая продукция полностью принадлежит ему, хотя условиями договора может определяться реализация части продукции на внутреннем рынке. Недропользователь вносит все установленные платежи и налоги, связанные с его деятельностью. Все сооружения и оборудование, используемые при работах, являются его собственностью.

Во втором случае недропользователь также несет все расходы и принимает на себя риски, связанные с ведением работ, а произведенная продукция делится между ним и собственником (государством) в установленном соотношении. Сооружения и оборудование, связанные с недропользованием, переходят в собственность государства либо с момента их создания или приобретения, либо по мере амортизации, если иное не определено условиями соглашения.

В третьем случае недропользователь, также неся все затраты, связанные с проведением работ, получает либо возможность их возмещения при коммерческом результате (например, открытии месторождения при поисках), либо заранее оговоренное вознаграждение (оплату) за произведенные работы, но не приобретает никаких прав на добытую продукцию, если таковая будет получена в течение срока действия лицензии или после его истечения.

Помимо прав, вытекающих из условий недропользования согласно полученной лицензии, недропользователь имеет право:

- использовать отходы своего производства, если иное не оговорено в лицензии;

- ограничивать застройку площадей в границах предоставленного ему горного отвода;

- проводить в пределах предоставленного горного отвода геологическое изучение недр за счет собственных средств;

- обращаться в органы, предоставившие лицензию, по поводу пересмотра ее условий при возникновении обстоятельств, существенно отличающихся от тех, при которых лицензия была предоставлена.

Помимо обязанностей, вытекающих из условий лицензии, недропользователь обязан обеспечить:

- соблюдение действующих стандартов, норм и правил по технологии проводимых работ и охране окружающей среды;

- безопасное проведение работ;
- соблюдение требований технических проектов работ, недопущение сверхнормативных потерь и разубоживания;
- ведение геологической и маркшейдерской документации и обеспечение ее сохранности;
- предоставление геологической информации и сведений об извлекаемых и оставляемых в недрах запасах полезных ископаемых и содержащихся в них компонентах в территориальный и федеральный фонды, органы горного надзора и органы государственной статистики;
- предоставление подсчетов запасов полезного ископаемого на государственную экспертизу в соответствии с установленным законом порядком;
- рекультивацию и восстановление нарушенных земель;
- своевременное внесение всех платежей за пользование недрами.

9.2.3. ПРЕКРАЩЕНИЕ ПРАВА ПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДРАМИ

Право пользования недрами может быть *прекращено досрочно, приостановлено или ограничено* органами, предоставившими лицензию.

Основания для прекращения права пользования недрами возникают:

- 1) *по не зависящим от недропользователя причинам:*
 - при возникновении в районе работ чрезвычайных ситуаций (стихийные бедствия, военные действия и др.);
 - при возникновении непосредственной угрозы жизни и здоровью людей, работающих или проживающих в зоне влияния работ, связанных с использованием недрами;
 - по истечении срока действия лицензии или при наступлении определенного события, оговоренного в условиях лицензии как прекращающего ее действие;
- 2) *по причинам действий (или бездействий) недропользователя:*
 - если недропользователь в течение установленного в лицензии срока не приступил к пользованию в предусмотренных объемах;
 - при нарушении недропользователем существенных условий лицензии;
 - при систематическом нарушении недропользователем установленных правил пользования недрами;
 - при реорганизации предприятия, если прежнему владельцу принадлежит менее 50 % уставного фонда нового предприятия;

- при отказе недропользователя от продолжения деятельности или при ликвидации субъекта хозяйственной деятельности, на которого оформлена лицензия.

При несогласии недропользователя с решением о досрочном прекращении пользования он может обжаловать его в административном или судебном порядке.

9.3. КОНТРОЛЬ И НАДЗОР ЗА ПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕДРАМИ

Контроль и надзор за использованием недр осуществляют органы Государственного геологического контроля (Госгеолконтроль Минприроды РФ) и органы Федерального горного и промышленного надзора (Госгортехнадзор РФ), а также другие контрольные органы в соответствии с их компетенцией (Государственная комиссия по запасам, природоохранные органы, Госатомнадзор РФ, Госнефтеинспекция РФ).

Государственный геологический контроль включает контроль за геологическим изучением недр и их рациональным использованием и охраной. Задачей государственного геологического контроля является обеспечение соблюдения всеми пользователями недр установленного порядка пользования, законодательства, утвержденных в установленном порядке норм и правил в области геологического изучения, использования и охраны недр, правил ведения государственного учета и отчетности.

Органы Госгеолконтроля входят в структуру Министерства природных ресурсов РФ и его территориальных подразделений. Их деятельность определяется Положением, утвержденным постановлением Правительства России.

Среди вопросов, подлежащих ведению службы Госгеолконтроля, необходимо отметить следующие:

- соблюдение определенных в лицензии условий пользования недрами, включая своевременное и правильное внесение соответствующих платежей;
- обеспечение необходимой полноты изучения недр;
- соответствие фактической деятельности предпринимателя на предоставленных геологических или горных отводах условиям, определенным лицензией;
- своевременность и правильность регистрации и учета проводимых работ.

Совместно с органами Госгортехнадзора органы Госгеолконтроля осуществляют также контроль за учетом и движением запасов, недопущением порчи месторождений, расположенных рядом с

разрабатываемыми, сохранением и учетом попутно добываемых полезных ископаемых, предотвращением самовольного пользования недрами и др.

Федеральный горный и промышленный надзор выполняет в качестве основной контрольной функции надзор за безопасным ведением работ, включая вопросы проектирования, строительства, эксплуатации и ликвидации горных предприятий.

Госгортехнадзор контролирует соблюдение предпринимателями установленных норм и правил безопасного ведения работ, выдает специальные лицензии на право проведения особо опасных работ (в том числе работ с применением взрывчатых веществ, агрессивных и ядовитых химических реагентов) и др.

Совместно с органами Госгеолконтроля Госгортехнадзор рассматривает и решает вопросы о списании запасов полезных ископаемых, утративших промышленное значение, потерянных при добыче или неподтвердившихся при дальнейшем геологическом изучении или отработке, а также согласовывает и контролирует нормативы потерь для всех технологических процессов добычи и переработки сырья.

Обе контрольные службы в пределах своей компетенции имеют право беспрепятственно осуществлять необходимые проверки деятельности предприятий, связанных с недропользованием, независимо от форм собственности. Они также имеют право приостанавливать деятельность предприятий и ставить перед органами, выдавшими лицензию на недропользование, вопрос о досрочном прекращении ее действия, если в ходе проверок будут выявлены грубые нарушения условий лицензии или действующих норм и правил ведения работ.

Государственная экспертиза запасов полезных ископаемых производится для обеспечения правильного учета их состояния и движения, правильности отнесения к экономическим группам и категориям изученности в соответствии с действующей классификацией, для определения возможности предоставления скидок и льгот по платежам за пользование недрами и др.

Государственная экспертиза проводится Государственной комиссией по запасам Минприроды РФ или территориальными комиссиями по запасам при местных органах Минприроды РФ.

Государственной экспертизе подлежат ТЭО постоянных и эксплуатационных кондиций, подсчеты запасов, материалы обоснования налоговых льгот и другие материалы по месторождениям полезных ископаемых, находящимся в эксплуатации или намечаемым к освоению, а также геологическая информация об участках недр, предоставляемых в пользование для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых.

Надзорные и контрольные функции прочих вышеупомянутых органов определяются их уставами и положениями.

Работы по извлечению из недр полезных ископаемых являются работами *повышенной опасности*, так как поведение горных пород в недрах при их вскрытии не всегда точно предсказуемо, а последствия возможных аварий обычно являются тяжелыми. Пользователи недр, ведущие горные работы, должны обслуживаться *профессиональными службами горноспасателей*, а ведущие бурение глубоких нефтяных и газовых скважин - *профессиональными службами по предупреждению и ликвидации открытых нефтяных и газовых фонтанов* на основании договоров, заключаемых пользователями недр с такими службами. Деятельность указанных служб регламентируется Федеральным законом "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей" (1995 г.).

10

ФИНАНСИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ПРОЕКТОВ

ГЛАВА

Для создания нового горнодобывающего предприятия компания (предприниматель) должна располагать некоторой начальной суммой средств (начальным капиталом). Горные предприятия представляют собой достаточно дорогостоящие сооружения, и требуемые капиталы исчисляются десятками - сотнями миллионов, а иногда и миллиардами долларов. Изыскание таких средств, как правило, требует кооперации капиталовладельцев.

Существуют две основные формы такого кооперирования: акционирование и заимствование.

10.1. АКЦИОНЕРНЫЙ КАПИТАЛ

При создании акционерного капитала организуется акционерная компания (общество). Акционерной компанией (обществом) признается коммерческая организация, уставный капитал которой разделен на определенное число *акций*, удостоверяющих права владельцев (акционеров) по отношению к обществу [3, 14]. Акции получают некоторую нарицательную стоимость и поступают в свободное обращение или распределяются среди определенной группы лиц. Лицо, приобретающее акцию, уплачивает ее стоимость. Сумма этих выплат составляет акционерный капитал.

Акционерные общества могут быть *закрытыми* или *открытыми*. У первых акции в свободное обращение не поступают, а распределяются по подписке среди определенного круга лиц. Количество акционеров закрытого общества ограничено пятидесятью. Открытое общество может осуществлять открытую подписку на свои акции и выпускать их в свободную продажу. Число акционеров таких обществ не ограничено.

Акция определяет право акционера участвовать в прибылях компании и получать на нее доход в виде *дивидендов*, т.е. части прибыли, пропорциональной стоимости акции.

Акции могут быть *простые* и *привилегированные*. Первые из

них дают владельцу право голоса, т.е. участия в управлении компанией, в том числе в определении размеров дивидендов. Однако простая акция не приносит гарантированного дохода, и дивиденды по ней выплачиваются по решению собрания акционеров в зависимости от результатов деятельности компании и полученной прибыли. Привилегированная акция не дает владельцу права голоса, но гарантирует регулярное получение некоторого фиксированного дохода (независимо от результатов деятельности компании, за исключением, конечно, случая ее банкротства).

Успешно действующая акционерная компания может за счет своих прибылей создавать определенные накопительные фонды, которые, оставаясь собственностью акционеров, могут быть по их решению направлены на осуществление новых проектов. Приступая к осуществлению новых проектов, акционерная компания может также выпустить дополнительные акции (осуществить *эмиссию акций*). Если компания пользуется на рынке авторитетом, ее акции могут приобретаться по цене выше номинала, что позволяет получить дополнительные средства.

Акционерный капитал является дорогим капиталом, так как акционеры, предоставляя свои средства, рассчитывают на более высокий доход, чем гарантируемый государственными ценными бумагами, и требуют выплаты соответствующих дивидендов. Однако акционеры принимают на себя и все риски, связанные с осуществлением проекта. Поэтому использование акционерного капитала дает компании важное преимущество в трудные времена, поскольку выплаты дивидендов в таких ситуациях могут быть уменьшены или даже временно отменены. Компании, привлекающие заемный капитал, оказываются в таких случаях менее жизнеспособными.

Акционерная форма тесно связывает компанию с рынком акций. Рост рыночного курса акций, порой не связанный непосредственно с результатами деятельности компании по конкретному проекту, может иногда принести ей больший доход (увеличить ее акционерный капитал), нежели полученная по проекту прибыль. Возможна и обратная ситуация, когда падение курса акций влечет за собой финансовые потери.

При осуществлении новых проектов крупные, известные на рынке компании могут как использовать капиталы собственных фондов, так и пойти на эмиссию новых акций. Авторитет такой компании является гарантией ликвидности ее акций, их продажи по цене не ниже номинала и сбора необходимой суммы средств. Однако для компании, только начинающей деятельность, велика вероятность столкнуться с низкой ликвидностью своих акций и даже падением их стоимости ниже номинала. Соответственно,

сбор средств для осуществления проекта будет при этом затруднен.

Практически получение средств путем выпуска акций осуществляется следующими способами.

1. Выставлением акций на продажу через эмиссионный банк, который в этом случае удерживает в свою пользу некоторый процент от выручаемой суммы. Однако привлекательность акций в этом случае подкрепляется авторитетом банка и их ликвидность повышается.

2. Продажей пакета акций эмиссионному банку, который уже использует эти акции в своих интересах.

3. Продажей акций широкому кругу покупателей. При этом акционерное общество вынуждено нести определенные расходы по реализации акций и рекламе.

4. Котировкой акций на фондовых биржах и выпуском их в свободное обращение. Однако биржи принимают акции к котировке только при полной уверенности в их высокой ликвидности и возможности котировки по цене выше номинала.

Крупные горно-рудные компании, как во всем мире, так и в России, обычно представляют собой акционерные общества и в той или иной степени используют в своей деятельности акционерный капитал. Однако российские акционерные общества в большинстве случаев возникли в результате реорганизации бывших государственных предприятий в процессе приватизации. При создании таких обществ происходил в основном передел собственности на основные фонды, но не создавалось никаких новых средств для инвестирования производства.

10.2. ЗАЕМНЫЙ КАПИТАЛ

При заемной форме создания начального капитала компания использует средства кредитора, предоставляемые в той или иной форме на некоторых конкретных условиях. Формы предоставления и условия кредитования достаточно разнообразны [3, 14, 17, 18, 19]. По срокам возврата различают *краткосрочные* (до 1 года) и *долгосрочные кредиты*. Максимальные сроки предоставления кредитов обычно не превышают 10 лет. Кредит может быть предоставлен в денежной или товарной форме.

Наиболее распространенной формой денежного кредита является банковская ссуда. Банки предоставляют кратко-, средне- (до 5 лет) и долгосрочные (более 5 лет) ссуды. Платой за использование банковского капитала является процентная ставка, размер которой зависит от срока, на который предоставляется

заем. Получая ссуду, компания обязуется уплачивать ежегодные проценты и в оговоренные сроки погашать основной долг установленными частями или целиком по окончании срока. В странах с устойчивой валютой банковский капитал обычно дешевле акционерного, так как проценты по ссудам ниже среднего размера выплачиваемых дивидендов. Кроме того, рассчитавшись по кредиту, компания получает возможность свободно распоряжаться всей прибылью. Однако условия банковского финансирования очень жесткие. Какие-либо задержки установленных платежей здесь недопустимы и могут привести к признанию компании банкротом и реализации ее имущества в счет погашения долгов.

Банки не склонны к излишним рискам и редко идут на финансирование проектов в полном объеме, предпочитая не связывать возврат кредитов со 100%-ным успехом реализации проектов. В странах с рыночной экономикой в ссудном финансировании инвестиционных проектов кроме банков широкое участие принимают *страховые компании* и различные *фонды*, часто предлагающие кредиты на более длительные сроки, хотя и под более высокий процент.

В России в настоящее время рынок кредитов для инвестирования в создание новых горных предприятий развит очень слабо. Долгосрочное кредитование банками почти не практикуется. Минимальные ставки на кредиты в российских банках непомерно высоки (30 - 45 % годовых в рублях, 12 - 15 % в иностранной валюте). Как правило, использование таких кредитов ограничивается случаями, когда компании берут их для пополнения оборотных средств, особенно при сезонном характере работ.

Более приемлемыми являются кредитные условия иностранных банков, где размер ставок обычно не превышает 4 - 5 %, а в случае предоставления правительственных гарантий - даже 1 - 2 %. Однако иностранные кредиты обычно предоставляются только под проекты, связанные с экспортными поставками высоколиквидного сырья (нефть, газ, золото, алмазы и т.п.).

Особыми формами заемного финансирования являются так называемые *проектное финансирование*, *финансирование на условиях раздела продукции* и *товарное кредитование*.

Проектное финансирование заключается в предоставлении кредита на условиях залога самого реализуемого проекта как имущественного обеспечения займа. При этом выплата процентов и погашение кредита осуществляются не компанией-заемщиком, а путем непосредственного изъятия из денежных потоков самого инвестиционного проекта [3].

Такое финансирование может осуществляться *с полным регрессом на заемщика*, когда кредитор не принимает на себя ни-

каких рисков и только предоставляет средства под гарантии организаторов проекта или третьих лиц, или *с частичным регрессом на заемщика*, когда банк-кредитор принимает непосредственное участие в проекте, обычно связанное с освоением капитальных вложений и строительством. Реже встречается форма *без регресса на заемщика*, в которой банк-кредитор принимает на себя весь риск при самых широких полномочиях в организации работ. Проектное финансирование подразумевает, что кредитные средства предоставляются не компании как юридическому лицу, а под конкретный проект. Поэтому банк в таких случаях тщательно изучает проект в части создаваемых им потоков реальных денег. Обычно банки требуют, чтобы величина таких потоков не менее чем вдвое превосходила сумму выплат по кредиту.

Кредитование товаром заключается в предоставлении предпринимателю кредита либо в форме конечной продукции того же типа, который предполагается производить, либо в форме оборудования и материалов, необходимых для организации производства. Такой кредит обычно предоставляется под меньший процент, чем денежный.

Если кредит предоставляется в форме товарной продукции, заемщик реализует ее на рынке и использует полученные средства для организации производства. Возврат кредита обычно производится также натурой, т.е. продукцией, в несколько увеличенном размере - с учетом установленного процента. Такая форма кредитования особенно выгодна для заемщика, если в течение времени от получения до погашения кредита происходит падение цен на продукцию, и невыгоден, если цены на нее возрастают.

Если кредит получают в виде оборудования и материалов, то заемщик использует их по назначению, а после пуска предприятия возвращает их стоимость и проценты в деньгах за счет прибыли. Указанная форма обычно выгодна заемщику, так как цены на оборудование и материалы имеют тенденцию к росту. Сроки погашения такого кредита могут быть сопоставимыми с амортизационным сроком оборудования и достигать 6 - 10 лет и более. Однако такое кредитование обычно осуществляется только под достаточно надежные гарантии.

Особой формой товарного кредитования является так называемый *лизинг*, т.е. предоставление предпринимателю основного необходимого оборудования на условиях аренды. При этом машины и оборудование приобретаются арендодателем и передаются арендатору для использования на длительный срок на условиях разовых и ежегодных платежей. По истечении оговоренного срока аренды машины и оборудование могут быть возвращены вла-

дельцу (арендодателю), взяты в аренду на новый срок или куплены арендатором по остаточной стоимости.

Лизинг является весьма удобной для предпринимателя формой финансирования проекта, если материалы и оборудование составляют существенную часть необходимых капиталовложений. В России такая форма активно используется старательскими артелями и другими относительно небольшими компаниями, имеющими дело с объектами, в освоении которых механизмы играют определяющую роль (разработка россыпей, месторождений облицовочного камня и др.).

Следует отметить, что финансирование конкретных горных проектов чаще всего является комбинированным, т.е. компания, осуществляющая проект, частично использует собственные средства, частично эмиссию акций, частично заемный капитал в той или иной форме.

10.3. ФИНАНСИРОВАНИЕ НА УСЛОВИЯХ РАЗДЕЛА ПРОДУКЦИИ

Финансирование на условиях раздела продукции заключается в том, что компания-инвестор и недровладелец (государство) заключают соглашение, по которому инвестор принимает на себя все затраты по осуществлению проекта, а недровладелец предоставляет объект в пользование инвестору и гарантирует ему ряд льгот. Производимая продукция в дальнейшем подлежит разделу между инвестором и недровладельцем в такой пропорции, чтобы первый смог компенсировать все свои затраты и получить прибыль, оправдывающую стоимость капитала и риск, а второй получить остальную часть этой прибыли плюс налоговые поступления, соответствующие установленной плате за пользование недрами (роялти) и налогу на прибыль (см. гл. 8). Свои доли продукции инвестор и недровладелец после раздела реализуют на рынке самостоятельно.

Со стороны недровладельца финансирование на данных условиях может рассматриваться как беспроцентная и безвозвратная ссуда, предоставляемая ему в материальном виде, т.е. в виде задействованного предприятия, способного приносить доход, а со стороны инвестора - как покупка прав на пользование недрами с отсрочкой платежей до начала получения продукции и осуществлением их в натуральной форме.

Для инвестора условия раздела продукции привлекательны тем, что, во-первых, он имеет дело непосредственно с государством, выступающим наравне с ним в качестве лица, заинтересо-

ванного в скорейшей реализации проекта и начале поступления прибыли. Участие государства существенно снижает для инвестора риск вложений. Во-вторых, в этих условиях значительно упрощаются процессы возврата инвестиций и получения прибыли, а предоставляемые льготы (упрощение системы налогообложения, отмена таможенных пошлин на ввоз оборудования и материалов и вывоз готовой продукции и др.) снижают затраты и улучшают конкурентоспособность продукции на рынке.

Заинтересованность государства определяется при этом тем, что его участие в проекте сводится по существу только к получению своей доли прибыли, величина которой может включать большую часть или даже всю сверхприбыль рентного характера.

Важной особенностью соглашений о разделе продукции является также принцип неизменности условий взаиморасчетов в течение всего срока их действия, что определяет стабильность функционирования хозяйственной системы будущего предприятия, независимо от возможных изменений в налоговом законодательстве. Натурный порядок взаиморасчетов снижает также влияние на проект инфляционных процессов. В целом, проекты, финансируемые на рассматриваемых условиях, характеризуются большей стабильностью и пониженным риском, что, в свою очередь, позволяет инвестору соглашаться на пониженную норму доходности.

Приступая к осуществлению проекта на условиях соглашения о разделе продукции, инвестор может использовать любые доступные ему финансовые средства: собственный капитал, дополнительную эмиссию акций, кредиты банков и пр. Обычно в качестве инвестора и непосредственного исполнителя проекта в этом случае выступает одна и та же крупная горная компания, располагающая значительным собственным капиталом и пользующаяся доверием банков как надежный заемщик.

В России предоставление недр в пользование на условиях раздела продукции регулируется специальным законом, которым, в частности, предусматривается законодательное утверждение перечня объектов, подлежащих освоению на таких условиях [10]. Именно соглашения о разделе продукции могут быть наиболее приемлемой формой значительных вложений в отечественную горную промышленность и способствовать ее ускоренному развитию. В настоящее время именно на такой тип инвестирования ориентированы в России все крупные проекты освоения новых месторождений нефти, газа и золота.

Финансирование на условиях раздела продукции не следует смешивать с кредитованием на условиях погашения кредита

продукцией. Такое кредитование (или авансовая оплата) иногда практикуется потребителем и поставщиком, связанными двусторонне-монопольными отношениями (например, угледобывающее предприятие и электростанция).

10.4. ЭФФЕКТ ФИНАНСОВОГО РЫЧАГА

В условиях смешанного финансирования проекта (собственный и заемный капиталы) эффективность использования собственных средств, вкладываемых в этот проект, может увеличиваться. Иначе говоря, привлечение заемных средств повышает процент дохода на собственную часть капитала (отношение чистой прибыли к собственному капиталу). Это явление называют *эффектом финансового рычага* [3, 8, 17, 18].

Эффект рычага возникает, если

$$P_{\text{н}}(1 - k) - E > 0, \quad (10.1)$$

т.е. если доходность проекта $P_{\text{н}}$ перекрывает ставку за пользование кредитом E , с учетом коэффициента налогообложения прибыли k .

Эффект рычага \mathcal{E}_p пропорционален отношению заемного капитала к собственному. Он может быть оценен по выражению

$$\mathcal{E}_p = [P_{\text{н}}(1 - k) - E] K_z / K_c,$$

где K_z и K_c - собственный и заемный капиталы.

Таким образом, чем больше доля заемного капитала, тем эффективнее используется собственный капитал. Однако если доходность проекта по каким-либо причинам падает и приведенное выше неравенство становится обратным, эффект рычага сменяется “эффектом дубинки”, т.е. выплаты процентов по кредиту начинают поглощать собственный капитал, что в пределе ведет к банкротству компании. При этом чем выше доля заемного капитала и выше процентная ставка, тем выше риск “переворота” неравенства (10.1) и превращения положительного эффекта в отрицательный.

Именно в силу роста такого риска банки тем менее охотно идут на предоставление кредитов, чем большую долю в общем инвестиционном капитале проекта занимает этот кредит. Обычно при доле заемного капитала более 70 % кредит вообще не предоставляется. Следовательно, “хороший” кредит может получить только богатая компания.

Эффект финансового рычага поясним на следующем примере. Пусть имеется некоторый проект с ожидаемым уровнем доходно-

Таблица 10.1

Показатели	Варианты финансирования		
	1	2	3
Среднегодовой капитал	1000	1000	1000
в том числе заемный	0	500	750
Среднегодовая прибыль	200	200	200
Рентабельность инвестиций, %	20	20	20
Налог на прибыль (35 %)	70	70	70
Прибыль после уплаты налога	130	130	130
Проценты на кредит	-	50	75
Чистая прибыль	130	80	55
Рентабельность собственного капитала, %	13	16	22
Эффект финансового рычага, %	0	+3	+9

сти 20 % и требуемым среднегодовым капиталом 1000 у.е. Компания имеет возможность профинансировать проект полностью за счет своих средств или использовать заем в размере 50 или 75 % необходимой суммы под 10 % годовых. Расчеты показателей при этих условиях (табл. 10.1) [3] свидетельствуют, что рентабельность собственного капитала (т.е. его доходность) увеличивается с ростом доли заемного капитала.

Эффект рычага может существенно усиливаться, если предприятие получает налоговые льготы в виде исключения процентных выплат по кредитам из налогооблагаемой прибыли или в других формах, а также в условиях инфляции, если долги по кредиту и процентные выплаты не индексируются.

Данный эффект делает комплексную форму финансирования с участием собственного и заемного капитала особенно привлекательной. Однако с ростом доли кредитного капитала увеличивается риск (см. гл. 13).

11

ГЛАВА

ВРЕМЕННАЯ СТОИМОСТЬ ДЕНЕГ. ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ

Поговорка “Время - деньги” известна всем. Однако не всем известно, что ее следует понимать буквально и что вся экономика в значительной степени строится на зависимости величины денежных потоков от времени. Поясним эту зависимость простым бытовым примером. Предположим, что некоторому субъекту предстоит произвести платеж в сумме 1000 дол. по прошествии года от настоящего момента. Субъект поступает следующим образом: он вносит в банк вклад в размере 970,88 дол. под 3 % годовых и через год имеет на счете $970,88 \times 103 \% = 1000,00$ дол., каковую сумму и выплачивает. Таким образом, реально для субъекта сумма платежа составляет не 1000 дол., а только 970,88 дол. Справедливо, однако, и обратное: предположим, что субъекту предстоит получить через год 1000 дол. Располагая этой суммой сегодня и поместив ее в банк, он получил бы через год $1000 \times 103 \% = 1030$ дол. Но он получит ее только через год. Значит, реальная цена этих 1000 дол. сегодня составит $1000 - 30 = 970$ дол. [14].

Таким образом, любая сумма, получение или выплата которой отстоит от настоящего момента на некоторое время t , в современном исчислении как бы уменьшается на цену времени, определяемую действующим банковским процентом, т.е. на величину коэффициента A :

$$A = 1 / (1+E)^t,$$

где E - банковская ставка (в долях единицы).

Этот коэффициент называется *коэффициентом приведения во времени*, или коэффициентом дисконтирования.

11.1. ПРИНЦИП ДИСКОНТИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ И НЕКОТОРЫЕ ЕГО СЛЕДСТВИЯ

Оценка инвестиционных проектов всегда связана с тем, что вложения (выплаты) необходимо производить сейчас, в то время как доходы будут получены спустя определенное время. Поэтому,

оценивая тот или иной вариант вложения имеющихся у него средств, инвестор должен учитывать цену времени, проходящего от момента, на который производятся вложения, до момента поступления дохода.

Необходимость учитывать цену времени при расчетах будущих денежных потоков называется принципом дисконтирования (употребляется также термин *приведение во времени*).

Вложение капитала только тогда будет иметь для инвестора экономический смысл, когда превышение чистого дохода над начальными вложениями будет *больше цены проходящего времени*. Иначе говоря, инвестиционный проект может считаться привлекательным для инвестора только тогда, когда приносимый вложением капитала доход превышает величину дохода на этот капитал, приносимую банковским процентом, т.е. когда вложение средств в проект выгоднее простого хранения их в банке [3, 4, 14, 17, 18].

Банки выплачивают вкладчикам доходы благодаря тому, что помещают объединенный капитал во множество различных инвестиционных проектов, одни из которых приносят очень высокий доход, другие - небольшой, а третьи вообще оказываются убыточными. Банковская ставка - это как бы усредненный доход на капитал, соответствующий данному временному этапу.

Особенность горного бизнеса заключается в том, что, во-первых, начальные средства, требуемые для осуществления проектов освоения месторождений, обычно достаточно велики, а от начала вложения средств до начала получения доходов проходит весьма значительное время. Во-вторых, общий доход всегда рассредоточен во времени, так как горное предприятие может действовать в течение десятилетий.

Поэтому, чтобы правильно оценить экономическую эффективность горного проекта, необходимо все денежные потоки в течение всего времени действия предприятия привести к единому моменту времени (обычно - к моменту начала строительства предприятия).

Такое приведение во времени называется дисконтированием и осуществляется следующим образом.

Суммарная величина дисконтированного дохода D_d за период времени t выражается формулой

$$D_d = D_r [(1+E)^t - 1] / [(1+E)^t E],$$

где D_r - среднегодовой доход; E - ставка дисконтирования (в долях единицы).

Коэффициент K_A , рассчитываемый как

$$K_A = [(1+E)^t - 1]/(1+E)^t,$$

носит название коэффициента ежегодной ренты, или коэффициента аннуитета (annuity rate). В отечественной литературе его часто называют также коэффициентом дисконтирования, как и вышеприведенный коэффициент A .

Если величина годового дохода не постоянна, расчет величины D_d осуществляется следующим образом:

$$D_d = \sum_0^t [D_d / (1 + E)^1 + D_1 / (1 + E)^2 + \dots + D_t / (1 + E)^t].$$

Рассмотрим следующий пример: пусть имеется проект освоения месторождения, запасы которого обеспечивают срок существования предприятия 20 лет, а годовой доход оценивается в 10 млн дол. Ставка дисконтирования принимается в 0,15. Тогда суммарный дисконтированный доход за время эксплуатации составит:

$$D_d = 10[(1+0,15)^{20}-1]:(1+0,15)^{20} \cdot 0,15 = 10 \times 6,32 = 63,2 \text{ млн дол.},$$

т.е. отнюдь не 200 млн дол., которые получились бы прямым перемножением годового дохода на срок его получения.

Обратим внимание на следующий момент. Пусть нас интересует дисконтированная величина дохода последнего 20-го года работы предприятия. Эта величина составит: $D_{20} = 10 : (1+0,15)^{20} = 0,53$ млн дол. Как видим, эта величина составляет всего 5,3 % от номинала. Соответственно доход 15-го года составит около 12 %, а 10-го - около 25 % от номинала, т.е. дисконтированная величина годового дохода экспоненциально убывает с увеличением времени от настоящего момента до года его получения (рис. 11.1).

В реальных условиях годовой доход обычно не является постоянной величиной. На его размер влияет множество причин, выявить и учесть которые необходимо в проектных расчетах. Однако есть ли смысл точно просчитывать значения дохода отдаленных лет, если их реальная величина по сравнению с номиналом экспоненциально снижается?

Таким образом, дисконтирование доходов во времени определяет и общий принцип последовательных приближений при изучении объектов проектирования и при проектных расчетах. С наибольшей точностью должны просчитываться денежные потоки ближайших периодов, с высокими значениями коэффициента дисконтирования. Для отдаленных периодов допустима большая приближенность расчетов и меньшая детальность и достоверность исходной информации.

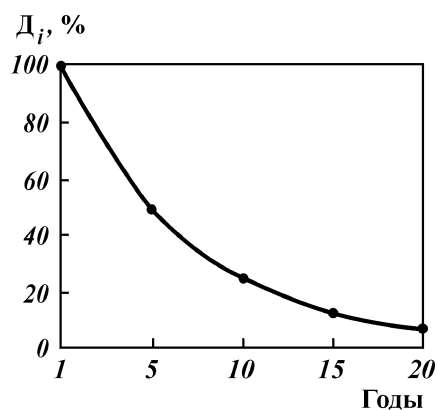


Рис. 11.1. Приведенная величина годового дохода D_i (в % от номинала) при дисконтировании со ставкой 15 %

Практически предпринимателя должна интересовать возможно более точная оценка экономических условий проекта в тот период времени, в течение которого суммарный дисконтированный доход превзойдет начальные вложения. Если

общая оценка запасов месторождения позволяет рассчитывать на продолжение работы предприятия еще на какой-то достаточно протяженный период - прекрасно, однако требования к точности оценки таких последующих доходов могут быть и снижены. (Напомним, что всякое уточнение всякой информации требует определенных денежных затрат.)

11.2. ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

11.2.1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ

Решая вопрос об инвестировании средств в некоторый проект, инвестор должен задаться по крайней мере четырьмя следующими вопросами:

1. Какова общая реальная доходность проекта при действующих банковских ставках на капитал и какую предельную цену (бонус) можно предложить за приобретение прав на его осуществление?

2. Какова прибыльность данного проекта по сравнению с другими инвестиционными проектами или какую величину дохода на вложенную единицу средств он способен обеспечить?

3. Какова доходность данного проекта по сравнению с банковским процентом или какой процент дохода на капитал будет получен при его осуществлении?

4. В течение какого срока прибыль от осуществления проекта превысит капитальные вложения?

Все эти вопросы могут решаться на двух уровнях:
- без учета действующей системы налогообложения;
- с учетом всех установленных налогов, в том числе налога на прибыль.

Расчет без учета налогов позволяет определить, так сказать, “чистую” эффективность проекта, а в горном бизнесе - природную ценность месторождения. Кроме того, основываясь на результатах таких расчетов, предприниматель может добиваться каких-то налоговых льгот.

Расчет с учетом налогов позволяет оценить реальную эффективность проекта по чистой прибыли при действующих налогах.

Основными показателями экономической эффективности инвестиционных проектов (в частности, экономической оценки месторождений полезных ископаемых как объектов инвестирования) в условиях рынка являются [3, 4, 14, 17, 18]:

- *чистый дисконтированный доход* (прибыль)* или *чистая современная стоимость* (net present value - NPV);
- *индекс доходности* (прибыльности) (profitable index - PI);
- *внутренняя норма доходности* (прибыльности) (internal rate of return - IRR);
- *срок окупаемости капитальных вложений* (payback period).

11.2.2. СПОСОБЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Чистым дисконтированным доходом (прибылью) или чистой современной стоимостью проекта (месторождения) называется разность суммарных доходов и расходов за весь период осуществления проекта (освоения и эксплуатации месторождения), приведенная (дисконтированная) к году начала движения денежных потоков.

При укрупненных расчетах вычисление чистого дисконтированного дохода осуществляется следующим образом.

1. Рассчитывается среднегодовой доход D_r как

$$D_r = V_r - Z_r,$$

где V_r - среднегодовая выручка от реализации произведенной продукции; Z_r - среднегодовые эксплуатационные затраты (без учета амортизационных отчислений).

* По принятой у нас терминологии под “доходом” часто понимается показатель, вычисленный без учета налогов, а под “прибылью” - балансовая прибыль, исчисленная с включением в эксплуатационные затраты всех налогов, но без налога на прибыль.

2. Рассчитываются среднегодовые капитальные затраты K_r :

$$K_r = K_s / t_c,$$

где K_s - общие, суммарные капитальные вложения; t_c - время строительства предприятия.

3. Рассчитываются коэффициенты дисконтирования для величин годового дохода A_d и капитальных затрат A_k :

$$A_d = [(1 + E)^t - 1] / [(1 + E)^T E],$$

где t - время эксплуатации; T - общее время движения денежных потоков, т.е. $T = t + t_c$;

$$A_k = [(1 + E)^t - 1] / [(1 + E)^{t_c} E].$$

4. Рассчитывается чистый дисконтированный доход (ЧДД) как $ЧДД = D_r A_d - K_r A_k$.

Величина чистого дисконтированного дохода может рассматриваться как *чистая современная стоимость* месторождения, т.е. как та предельная цена, которая может быть уплачена за право его эксплуатации. Действительно, если уплачиваемая цена равна чистому дисконтированному доходу, это значит, что осуществление данного проекта (при данной норме дисконтирования) является бесприбыльно-безубыточным. При более высокой цене проект уже принесет убытки.

Чистая современная стоимость одновременно выражает объективную, фактическую ценность данного месторождения в современных экономических условиях, т.е. при данной норме дисконта.

Индексом доходности ИД называется отношение чистого дисконтированного дохода (прибыли) к дисконтированной величине капитальных вложений:

$$ИД = D_r A_d / (K_r A_k).$$

Индекс доходности показывает уровень доходности проекта на вложенную денежную единицу. При $ИД \leq 1$ освоение месторождения является нецелесообразным.

Следует отметить, что в зарубежных работах кроме индекса доходности (PI) часто используется величина PVR (present value gate) - коэффициент дисконтированной стоимости, вычисляемый как

$$PVR = ЧДД / (K_r A_k).$$

Таким образом, $PVR = ИД - 1$.

Внутренней нормой доходности (прибыльности) называется величина процентной ставки приносимого проектом дохо-

да. Очевидно, что в случае, когда учетная ставка, принятая при дисконтировании, равна внутренней норме доходности проекта, чистый дисконтированный доход (прибыль) обращается в нуль. Следовательно, для определения внутренней нормы доходности (прибыльности) проекта необходимо найти величину ставки дисконтирования, при которой чистый дисконтированный доход (прибыль) обращается в нуль. Для вычисления величины внутренней нормы доходности обычно используют следующий прием:

1) рассчитывают величины чистого дисконтированного дохода (прибыли) для нескольких значений ставки дисконтирования;

2) строят график зависимости чистого дисконтированного дохода от величины учетной ставки;

3) интерполируют график до значения ЧДД = 0 и определяют величину ставки, соответствующую этому значению.

Следует учесть, что зависимость ЧДД от ставки E , строго говоря, нелинейна, поэтому для уверенной интерполяции необходимо рассчитать не менее трех точек графика. Однако в области ЧДД ≈ 0 вид графика часто близок к линейному.

Очевидно, что величина внутренней нормы доходности одновременно является той *предельной ставкой на кредит, при которой осуществление проекта для предпринимателя теряет экономический смысл* (при 100%-ном кредитном финансировании).

Сроком окупаемости капитальных вложений называется время, в течение которого чистый дисконтированный доход становится равным дисконтированным капитальным вложениям, т.е. такое значение t , при котором величина коэффициента A_d обеспечивает равенство

$$D_r A_d = K_r A_r.$$

Все указанные показатели могут быть рассчитаны без учета налогов (*доход*), с учетом налогов, входящих в себестоимость (*прибыль*), и с учетом всех налогов, в том числе и налога на прибыль (*чистая свободная прибыль*).

11.2.3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРНОГО ПРОЕКТА

Пусть имеется россыпь золота с извлекаемыми запасами 1600 кг. Техничко-экономическими расчетами определено, что месторождение может быть отработано за 6 лет, а на строительство прииска потребуются 2 года. Годовые эксплуатационные затраты (без налогов и амортизации) оценены в 1500 тыс. дол., а капитальные вложения - в 3600 тыс. дол. Учетная ставка дисконтирования принимается 15 %. Цена золота 11 дол./г.

Вначале рассчитаем показатели эффективности освоения месторождения без налогов. Порядок расчетов будет следующим.

1. Чистый дисконтированный доход.

1.1. Определим годовую выручку от реализации добытого золота:

$$B_r = 1600/6 \times 11 \times 10^3 = 2933 \text{ тыс. дол.}$$

1.2. Определим годовой доход:

$$D_r = B_r - Z_r = 2933 - 1500 = 1433 \text{ тыс. дол.}$$

1.3. Найдем коэффициент дисконтирования на доход:

$$A_d = [(1 + 0,15)^6 - 1] : (1 + 0,15)^8 \times 0,15 = 2,84.$$

1.4. Найдем коэффициент дисконтирования на капитальные вложения:

$$A_k = [(1 + 0,15)^2 - 1] : (1 + 0,15)^2 \times 0,15 = 1,65.$$

1.5. Определим чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = 1433 \times 2,84 - 1800 \times 1,65 = 1100 \text{ тыс. дол.}$$

Итак, чистый дисконтированный доход от эксплуатации месторождения оценивается в 1100 тыс. дол.

Эта же величина может рассматриваться как предельная величина платежей за приобретение прав на эксплуатацию в конкурентной борьбе.

2. Индекс доходности.

ИД = $1433 \times 2,84 / 1800 \times 1,65 = 1,37$, т.е. 1 дол., вложенный в освоение месторождения, принесет 1,37 дол. приведенного дохода.

3. Внутренняя норма доходности.

Как получено выше, чистый дисконтированный доход при ставке 15 % составляет 1100 тыс. дол. Найдем значения ЧДД для ставок 20 и 25 %.

Найдем соответствующие значения коэффициентов дисконтирования:

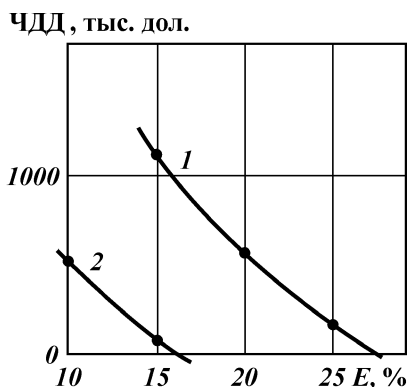
для ставки 20%: $A_d = 2,30$ и $A_k = 1,52$; для ставки 25 %: $A_d = 1,88$ и $A_k = 1,43$. Используя полученные коэффициенты, найдем значения чистого дисконтированного дохода:

$$\text{ЧДД}_{20\%} = 560 \text{ тыс. дол.}; \text{ЧДД}_{25\%} = 120 \text{ тыс. дол.}$$

По всем полученным значениям построим график зависимости ЧДД от E (рис. 11.2). Как видно, полученная кривая 1 пересекает ось абсцисс в точке $E = 26,5$ %. Таким образом, внутренняя норма доходности проекта освоения данной россыпи оценивается в 26,5 %. Иначе говоря, месторождение способно обеспечить доход на вложенный капитал в размере около 26 % годовых.

Отметим, что в зарубежной практике внутренняя норма доходности без учета налогов в 23 % обычно принимается за нижний

Рис. 11.2. Графики зависимости чистого дисконтированного дохода ЧДД от величины ставки дисконтирования E , иллюстрирующие способ определения внутренней нормы доходности (ВНД):
 1 - для примера без учета налогообложения; 2 - для примера с учетом налоговых выплат



предел оценки проектов инвестиций в горной отрасли как представляющих реальный интерес [17].

Рассчитаем теперь те же показатели с учетом налогообложения. При этом примем, что суммарный налог, включаемый в себестоимость товарного золота, составляет 12 % от годовой выручки, а налог на прибыль - 38 % от общей прибыли.

1. Дисконтированная прибыль:

1.1. Годовой доход за вычетом налогов составит:
 $(2933 - 2933 \times 0,12) - 1500 = 1081$ тыс. дол.

1.2. Найдем дисконтированное значение годового дохода для ставки 15 %:

$1081 \times 2,84 = 3070$ тыс. дол.

1.3. Найдем дисконтированную чистую прибыль:

$3070 - 1800 \times 1,65 = 100$ тыс. дол.

1.4 Найдем свободную чистую дисконтированную прибыль:

$100 - 100 \times 0,38 = 62$ тыс. дол.

Таким образом, налогообложение сводит экономический эффект проекта практически к нулю, ибо вкладывать 3600 тыс. дол. ради получения 62 тыс. дол. прибыли едва ли целесообразно. Обратим внимание, что налогообложение снижает дисконтированную доходность проекта почти в 20 раз.

2. Индекс прибыльности составит:

$3070/2970 = 1,03$, т.е. 1,03 дол./дол., практически обеспечивая лишь возврат вложений.

3. Внутренняя норма прибыльности рассчитывается аналогичным образом, и полученный график зависимости прибыли от ставки E (см. рис. 11.2, кривая 2) показывает, что внутренняя норма прибыльности проекта с учетом налогов оценивается на уровне 15,5 %, т.е. практически равна учетной ставке дисконтирования.

Таким образом, в условиях полного налогообложения данное месторождение может представлять интерес для освоения только при учетных ставках не более 10 %, или при росте цены на золото, или при предоставлении предпринимателю налоговых льгот.

Нами намеренно подобран пример, показывающий, насколько резко могут меняться экономические показатели освоения месторождения от налогообложения, которое в реальных условиях России близко соответствует рассмотренному примеру. Как видно из примера, экономические показатели сильно меняются и с изменением учетных ставок дисконтирования.

Таким образом, экономическое значение месторождения, даже само его существование как экономического объекта, зависит от общего состояния национальной экономики, отражением которого может служить банковская ставка.

Среднегодовые значения доходов и затрат, принимаемые при расчетах экономических показателей изложенным выше способом, характеризуют средний уровень экономичности проекта в целом за длительный срок его осуществления. Поэтому такая методика может применяться только для укрупненных расчетов, имеющих целью предварительно оценить объекты инвестирования с позиций целесообразности вложения средств и отбраковать те из них, которые однозначно следует считать не представляющими интереса. В случае когда величина денежных потоков по периодам деятельности неравномерна (что обычно имеет место в реальных условиях), расчет экономических показателей осуществляется методами моделирования этих потоков и суммирования значений ЧДД отдельных периодов (см. гл. 12).

11.2.4. НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

При оценке инвестиционных проектов часто используется понятие рентабельности. Рентабельность есть относительный показатель, выраженный отношением прибыли к некоторой другой величине: капиталу, выручке, себестоимости и др. Соответственно, показателей рентабельности может быть много и для правильного понимания необходимо всегда оговаривать, относительно чего исчисляется рентабельность.

При анализе проектов и текущей деятельности действующих предприятий обычно используются следующие показатели:

- рентабельность к производственным фондам;
- рентабельность к годовым эксплуатационным затратам.

Рентабельность к основным производственным фондам представляет собой отношение среднегодового дохода к связанно-

му основному капиталу (овеществленным капитальным вложениям). Этот показатель характеризует эффективность использования основных производственных фондов в данном проекте.

Рентабельность к годовым эксплуатационным затратам представляет собой отношение среднегодового дохода (прибыли) к среднегодовым эксплуатационным затратам. Этот показатель характеризует эффективность функционирования производства.

При оценке горных проектов всегда имеет смысл вычислять все четыре основных показателя: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутреннюю норму доходности и срок окупаемости затрат. Однако при принятии решений по конкретному проекту главное значение сможет придаваться какому-то одному из них (см. раздел 12.5).

11.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАВКИ ДИСКОНТИРОВАНИЯ

На рис. 11.3 показано изменение ЧДД ряда проектов в зависимости от ставки дисконтирования. С увеличением ставки ЧДД убывает экспоненциально. Какой же следует выбирать величину ставки при оценке?

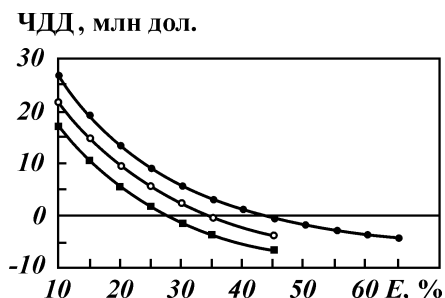
Ставка дисконтирования должна отражать как временную стоимость денег, так и меру риска проекта, а также ожидаемый уровень инфляции. В общем случае приемлемая ставка дисконтирования определяется выражением

$$E = P_{\min} + R + \mu,$$

где P_{\min} - минимальная норма прибыли; R - показатель, учитывающий степень риска; μ - показатель уровня инфляции.

В качестве минимальной нормы прибыли может приниматься минимальная прибыль, обеспечиваемая на рынке капиталов на момент выполнения расчетов. Такую минимальную прибыль за рубежом обеспечивают защищенные от риска государственные ценные бумаги, вложение денег в которые является безрисковым, но приносит минимальный процентный доход, обычно 3 - 5 % годовых.

Рис. 11.3. Зависимость ЧДД трех различных проектов от принимаемой ставки дисконтирования E



Однако реальная компания всегда связана определенными финансовыми обязательствами по обслуживанию акционерного капитала (т.е. выплат дивидендов), кредитного капитала (выплат процентов по кредитам), а также налоговых выплат с имущества. Суммарный “вес” этих обязательств может значительно превышать минимальный доход по государственным бумагам, а следовательно, такой минимальный доход не может быть приемлемым для компании. Чтобы найти приемлемую минимальную норму прибыли, компании необходимо оценить средневзвешенную *стоимость своего капитала*. Эта стоимость K_0 находится по выражению [18]:

$$K_0 = K_E A_K / (Z_K + A_K) + K_3 (1 - N) Z_K / (Z_K + A_K),$$

где K_E - стоимость акционерного капитала (размер дивидендных выплат, %); K_3 - стоимость заемных средств (размер процентов по кредитам); A_K и Z_K - акционерный и заемный капиталы (в денежных суммах или относительных долях от общего капитала); N - общая ставка налогообложения капитала.

Предположим, что $A_K = Z_K$, $K_E = 16\%$, $K_3 = 8\%$, а $N = 33\%$. Тогда

$$K_0 = 0,16 \times 0,5 + 0,08 \times (1 - 0,33) \times 0,5 = 10,7\%,$$

каковая ставка и будет минимально-приемлемой для компании.

Однако в стоимости капитала уже заложен некоторый коэффициент инфляции, так как проценты ставки учитывают инфляцию на момент расчета. Если уровень инфляции составлял, например, 3%, то реальная стоимость капитала компании в вышеприведенном примере составит $1,107 : 1,03 = 1,075$, или 7,5% [8, 17, 18].

Надбавка за риск в горнопромышленной отрасли трудно поддается расчетному обоснованию, прежде всего в силу уникальности каждого горного проекта и возможности отыскания только весьма приблизительных аналогов. Каждая компания или предприниматель, рассматривая тот или иной проект, ориентируется на расчетную внутреннюю норму доходности и, учитывая соответствующий риск, признает его приемлемым или неприемлемым для себя.

Принятие некоторой ставки дисконтирования означает, что компания считает минимально - приемлемой для себя внутреннюю норму доходности проекта, равную этой ставке. Для разных компаний такой приемлемый уровень различен. Обычно небольшие компании ищут проекты с нормой доходности 15 - 20%, а крупные удовлетворяются доходностью 8 - 12%. Нефтяные компании, приступая к разведке новых месторождений, ориентируются на

доходность не ниже 20 %, а инвестиционные фонды, идущие на долевое участие в проектах, могут соглашаться на 7 - 10 % [18]. Если компания является публичной, т.е. получает средства от продажи своих акций через фондовую биржу, ей приходится учитывать норму дисконтирования, установленную этой биржей. Например, фондовые биржи в Торонто и Ванкувере требуют, чтобы расчеты по оценке проектов делались при ставках дисконтирования не ниже 10 % с учетом инфляции. Австралийские горные компании обычно используют ставки 8 - 15 % [18].

В России при геолого-экономической переоценке ранее разведанных месторождений рекомендуется использовать пониженные ставки дисконтирования при оценке месторождений строительных материалов и других объектов с пониженным риском (от 5 - 8 % для крупных объектов до 12 % для мелких). Для золота и других объектов с повышенным риском норму дисконтирования рекомендуется принимать 20 - 25 %, для большинства руд металлов - 12 - 20 %*.

Практически разница между стоимостью капитала компании и внутренней нормой доходности проекта, признаваемого приемлемым, и составляет надбавку за риск, связанный с этим конкретным проектом.

В общей экономике оценку риска рекомендуется выполнять по так называемому *β-коэффициенту*. Указанный коэффициент представляет собой ковариацию курсов акций компаний, осуществляющих аналогичные проекты, к среднему курсу акций на фондовом рынке [4, 17, 18]. Значение *β-коэффициента*, равное 1,0, отвечает средней мере риска, при $\beta > 1,0$ риск выше, а при $\beta < 1,0$ - ниже. Зная значение коэффициента β для аналогичных проектов, подходящую ставку дисконтирования можно определить из выражения

$$E = R_f + \beta(R_m - R_f),$$

где R_f - норма доходности по защищенным от риска ценным бумагам; R_m - средняя норма доходности на фондовом рынке.

Значения коэффициентов β для различных компаний, зарегистрированных на фондовых биржах, публикуются. Однако в горном бизнесе практическое использование этого уравнения применительно к оценке конкретных проектов затруднительно, так как публикуемые значения коэффициента относятся к активам, свободно обращающимся на рынке, среди которых имеются только акции очень крупных горных компаний.

* Методика геолого-экономической переоценки запасов месторождений твердых полезных ископаемых. - М.: изд. Роскомнедра, 1996.

Учет инфляции в ставке дисконтирования, на первый взгляд, не требуется. Казалось бы, в пределах одной страны инфляция денег должна приводить к одинаковому росту цен как на потребляемые ресурсы, так и на выпускаемую продукцию, а следовательно, не сказываться на реальной величине прибыли предприятий. В действительности это не так. В расходах предприятий присутствует такая статья, как амортизация основных фондов. Поскольку фонды создаются в предшествующий временной этап по ценам, действовавшим в то время, а амортизационные отчисления берутся как процент от их первоначальной стоимости, размер амортизационных отчислений от инфляции не зависит. Таким образом, среди статей расходов предприятия, подверженных инфляции (зарплата, материалы), величина которых в текущих деньгах вследствие инфляции возрастает, появляется статья, величина которой в текущих деньгах может оставаться постоянной, если, конечно, не производить систематическую переоценку основных фондов, что не всегда возможно. Если переоценка фондов отстает от инфляции, прибыль предприятия, исчисляемая в текущих деньгах, увеличивается, а следовательно, возрастают налоговые отчисления с прибыли. В результате поток чистой прибыли, приведенный путем дефляции к начальному моменту времени, оказывается меньше потока этой прибыли, исчисленного в "твердых" деньгах, т.е. без учета инфляции. Это снижение окажется, однако, несколько меньшей величины самой инфляции [4, 18].

Поэтому в ставке дисконтирования в принципе необходимо учитывать влияние инфляции, что и отражено в приведенной выше формуле. Однако практический эффект описанного выше механизма влияния инфляции на прибыль при своевременной переоценке фондов невелик, и им можно пренебречь.

Следует также отметить, что влияние инфляции на реальную экономику предприятия всегда значительно сложнее, поскольку рост цен на потребляемые ресурсы и производимую продукцию отнюдь не всегда сбалансирован, да и для различных потребляемых ресурсов он далеко не всегда одинаков. Лучшим способом учета инфляции был бы дифференциальный учет роста цен по всем статьям расходов и доходов, но сделать это на стадии оценки проектов чаще всего невозможно.

12

ГЛАВА

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ И ПРИНЦИПЫ ОТБОРА ПРОЕКТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ

12.1. ДЕНЕЖНЫЕ ПОТОКИ И ИХ ДОХОДНЫЕ И РАСХОДНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

Создание и деятельность горного предприятия порождает движение денежных потоков (cash flow), связанных с получением доходов (приток средств) и производством выплат (отток средств). Денежные потоки в течение времени строительства и эксплуатации месторождения не остаются постоянными и могут меняться как по величине, так и по структуре. Динамика денежных потоков в реальном времени существенно влияет на величину чистого дисконтированного дохода, и для правильной его оценки эту динамику необходимо смоделировать [3, 4, 14].

Для построения модели движения денежных потоков расчетный период, начиная со строительства и кончая ликвидацией горного предприятия, разбивается на временные отрезки (шаги). Обычно продолжительность таких шагов принимается равной 1 году. Однако в зависимости от особенностей строительства горного предприятия и разработки месторождения продолжительность шага в расчетном периоде может быть различной (см. раздел 12.4). За базовый момент времени ($t = 0$) принимается начало строительства горного предприятия. К этому базовому моменту относятся затраты на ранее проведенные геологоразведочные работы и другие связанные с проектом работы и платежи.

Денежный поток инвестиционного проекта определяется для всего расчетного периода. Денежный поток, характеризующий ту или иную сферу деятельности действующего горного предприятия, может охватывать различные периоды. На каждом шаге денежный поток характеризуется притоком, равным размеру денежных поступлений, оттоком, равным платежам на этом шаге, и *сальдо* (эффектом), равным разности между притоком и оттоком. Это сальдо может быть положительным, если денежные поступ-

ления превышают расходы, и отрицательным, если расходы превышают поступления.

Денежный поток горного предприятия обычно состоит из двух частных потоков: *денежного потока от инвестиционной деятельности* и *денежного потока от эксплуатационной деятельности*.

В денежном потоке от инвестиционной деятельности доходную часть (приток) образуют поступления от продажи активов (акций, векселей и пр.), а также от реализации остаточных производственных фондов по окончании разработки месторождения и поступления средств за счет уменьшения оборотного капитала при сокращении объема производства или снижении производственных издержек. Расходную часть этого потока образуют затраты на геологоразведочные и изыскательские работы, капитальные вложения в строительство горного предприятия, ликвидационные затраты, затраты, связанные с охраной окружающей среды, а также затраты на создание и увеличение оборотного капитала.

В денежном потоке от эксплуатационной деятельности доходную часть (приток) образуют поступающая выручка от реализации продукции и амортизационные отчисления, а расходную - производственные издержки и налоговые выплаты.

В некоторых случаях особо выделяется *денежный поток от финансовой деятельности*, учитывающий операции с собственными и привлеченными средствами. В этом потоке приток образуют субсидии, дотации и заемные средства, а отток - затраты на возврат и обслуживание займов и выпущенных предприятием ценных бумаг. Денежные потоки от финансовой деятельности учитываются при оценке эффективности участия в проекте

Денежные потоки инвестиционных проектов разработки месторождений выражаются в текущих ценах, т.е. в ценах без учета инфляции.

Наряду с рассмотренными денежными потоками выделяется *накопленный денежный поток*, образуемый накопленным притоком, накопленным оттоком и накопленным сальдо за каждый шаг расчетного периода и за все предшествующие шаги.

Накопленное сальдо денежного потока горного предприятия за весь расчетный период от начала строительства до его ликвидации называется *чистым денежным потоком* (net cash flow - NCF), или *свободной прибылью*. Если величина чистого денежного потока положительна, производство в целом за период существования характеризуется прибыльностью, если отрицательна - убытками.

Если значения денежных потоков по дискретным календарным периодам (годам) приводятся к единому начальному времени пу-

тем дисконтирования, то суммарная их величина за весь период называется *дисконтированным чистым денежным потоком*, или *дисконтированной свободной прибылью* (discounted net cash flow - DNCF). Если в денежном потоке участвуют только потоки от инвестиционной и эксплуатационной деятельности, то дисконтированная свободная прибыль соответствует *чистой дисконтированной прибыли* (net present value).

Рассмотрим основные составляющие притока и оттока средств в горном производстве.

Выручка от реализации продукции определяется объемом годового (месячного, квартального) выпуска продукции и ценой реализации (продажи). Объем и цена могут меняться во времени. Изменение объема выпуска может быть обусловлено как увеличением или сокращением добычи сырья, так и изменением содержания ценного компонента в добываемой горной массе или показателя извлечения при переработке.

Продажа акций представляет собой особый источник поступления средств. Продаваться может либо дополнительный выпуск (эмиссия) акций, производимый с целью получения дополнительных средств на развитие или поддержание производства, либо часть контрольного пакета акций. В первом случае, по существу, используется внешний источник финансирования для покрытия убытков или вложений в новый проект. Во втором - происходит смена владельца предприятия. При оценке новых проектов подобный приток средств в построении денежных потоков обычно не фигурирует,

Амортизационные отчисления представляют собой часть стоимости основных фондов, которая включается в себестоимость выпускаемой продукции по мере износа (погашения) основных фондов горного предприятия.

Оборотные средства при постоянном объеме производства представляют собой постоянно находящуюся в обороте сумму средств, расходуемых на поддержание производства на предыдущем этапе деятельности и возмещаемых из выручки на последующем. При неизменной сумме оборотных средств их величина учитывается в денежном потоке с начала разработки месторождения. Если по каким-то причинам происходит спад производства, т.е. его объем в будущий период ожидается меньшим современного уровня, некоторая часть оборотных средств становится излишней, может быть изъята в доход и учитывается в качестве притока средств. При увеличении объема производства необходимо пополнение оборотных средств, что отражается в качестве оттока. На ликвидационном этапе полная сумма оборотных средств высвобождается и учитывается как приток. Суммы,

изымаемые из прибыли для пополнения оборотных средств, снижают налогооблагаемую прибыль. При изъятии излишних оборотных средств в прибыль эти суммы включаются в налогооблагаемую прибыль.

Реализация остаточных (или излишних) производственных фондов оказывается дополнительным источником дохода при сокращении объема производства или на этапе ликвидации предприятия. Поступление таких средств должно учитываться в движении денежных потоков. Если эти средства не инвестируются в развитие производства или не идут на покрытие производственных издержек, а поступают в прибыль, они включаются в сумму налогооблагаемой прибыли.

Построение (моделирование) денежных потоков при реализации конкретного горного проекта является наиболее точным методом оценки действительной величины чистого дисконтированного дохода (прибыли), а следовательно, и всех прочих показателей оценки экономической эффективности проекта (внутренней нормы доходности, индекса доходности, срока окупаемости и т.п.).

Текущий анализ денежных потоков на действующих предприятиях позволяет также выработать управленческие решения, предотвращающие убытки и максимизирующие прибыль.

Изменение доходных и расходных денежных потоков может быть обусловлено изменением объема производства или производственных условий, колебаниями цен и другими объективными и субъективными факторами. Денежные потоки обычно не остаются постоянными и при неизменном объеме выпуска и себестоимости продукции, так как могут существовать какие-то нерегулярные платежи или поступления.

В целом финансовый анализ денежных потоков в горном производстве представляет собой моделирование сложной динамической системы и может быть осуществлен с наибольшей полнотой и детальностью путем соответствующего программирования и многовариантных расчетов на ПЭВМ. Однако общие алгоритмы таких расчетов достаточно просты. В принципе, построение денежных потоков заключается в определении и алгебраическом суммировании по принятым временным отрезкам (шагам) ожидаемых величин притока и оттока денежных средств по всем возможным источникам поступления доходов и направлениям (статьям) расходов.

12.2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ (ПРИМЕР РАСЧЕТОВ)

Общий порядок расчета денежных потоков рассмотрим на примере проекта освоения полиметаллического месторождения.

Рудные тела месторождения имеют жиллообразную форму, угол падения колеблется от 50 до 80°. Длина двух наиболее крупных тел, в которых заключено свыше 90 % запасов месторождения, составляет 500 и 600 м по простиранию и 430 и 470 м по падению, мощность колеблется от 1,4 до 7,3 м. Разведанные запасы руды равны 14 827 тыс. т. Средние содержания: свинца - 1,8 %, цинка - 10,2 %, серебра - 49 г/т, золота - 1,0 г/т.

Извлечение в цинковый концентрат составляет (в %): цинка - 85, серебра - 48,5 и золота - 10,7; в свинцовый концентрат (в %): свинца - 65, серебра - 13,5 и золота - 31,5.

Верхние горизонты месторождения намечено обрабатывать открытым способом. Глубина карьера в соответствии с расчетным предельным коэффициентом вскрыши, равным 16 м³/т, составляет 210 м. Запасы руды в карьере 2395 тыс. т. Расположение месторождения в узкой долине с крутыми склонами определяет возможность отработки еще 8064,4 тыс. т запасов руды при штольневом вскрытии. Запасы нижних горизонтов - 4367,5 тыс. т намечается обрабатывать при шахтном вскрытии. Производительность рудника принята равной 600 тыс. т руды в год. Потери и разубоживание при открытом способе составят соответственно 5 и 10 %, при подземном - 8 и 12 %.

Капитальные вложения в строительство горно-обогатительного предприятия определены в соответствии с очередностью освоения месторождения: первая очередь - отработка верхних горизонтов открытым способом; вторая - отработка нижних горизонтов при помощи капитальной штольни; третья - отработка нижних горизонтов шахтным способом.

Капитальные вложения в первую очередь строительства горно-обогатительного предприятия составляют:

<i>Объект строительства</i>	<i>Стоимость, млн руб.</i>
Карьер.....	146,1
Обогатительная фабрика.....	170,3
Хвостохранилище.....	39,4
Объекты подсобного назначения.....	26,3
Водоснабжение и канализация.....	78,9
Внутренние дороги.....	102,7
Жилищно-коммунальное хозяйство.....	90,0
Всего.....	653,8

Капитальные вложения в строительство второй очереди (строительство подземного рудника) составляют 157,6 млрд руб. (или 5,62 млн дол.), а в строительство третьей очереди (шахта и подземный рудник) - 217 млрд руб. (7,75 млн дол.).

Всего капитальные вложения составляют 1028,4 млрд руб. (36,7 млн дол.).

Себестоимость добычи 1 т руды составляет (в руб/т): при открытом способе - 74,3; при вскрытии штольной - 74,3; при вскрытии шахтой - 89,2. Себестоимость обогащения - 89,18 руб/т.

Транспортные расходы на транспортировку до железной дороги концентратов, полученных при обогащении 1 т руды, равны 126,7 руб/т.

Таким образом, удельная себестоимость добычи, обогащения 1 т руды и транспортировка соответствующего количества концентратов до железной дороги составляет: для первой и второй очереди - 290,2 руб. или 10,36 руб/т; для третьей очереди - 305,1 руб. или 10,90 руб/т.

Цена цинка (FOR) в концентрате принята равной 10 560 руб/т, свинца - 7000 руб/т, золота - 140 000 руб/кг, серебра - 200 руб/кг.

Условия налогообложения - согласно действующему законодательству России на 01.01.2000 г.

График добычи руды по всем трем очередям предприятия приведен в табл. 12.1.

Составные элементы денежного потока инвестиционной деятельности в соответствии с принятым графиком добычи представлены в табл. 12.2. К остатку отнесены распределенные по годам затраты по созданию основных фондов, расходы по социально-бытовому строительству и др., а также оборотные средства, увеличение которых в процессе разработки рассматривается как отток, а уменьшение после завершения открытых работ - как приток. На последних годах деятельности предприятия учитываются затраты, связанные с ликвидацией данного предприятия, включая восстановление среды обитания.

В качестве притока в денежный поток включаются доходы от реализации выбывающего оборудования.

В качестве притоков в денежный поток от операционной деятельности включаются выручка от реализации произведенных цинкового и свинцового концентратов, содержащих золото и серебро, а также амортизационные отчисления. В качестве оттока - эксплуатационные затраты и налоги.

Денежный поток, его составляющие (потоки от инвестиционной и операционной деятельности), а также накопление сальдо и его составляющих за весь период времени отражены в табл. 12.2, а общая динамика потоков - на рис. 12.1, из которых

Продолжение табл. 12.2

Вид работ	Величина денежного потока по годам, млн руб.*												Всего
	1	2	3	4	5	10	15	20	25	29	30	31	
Ликвидация предприятия												10,9	33,3
Доход от реализации оборудования												31,4	53,3
Сокращение оборотных средств									0,3	5,7	8,4	20,4	35,3
ИТОГО	-106,0	-193,3	-160,7	-125,5	-78,8	-26,9	0,0	-60,0	0,3	5,7	8,4	41,0	-1008,4
Накопленный итог	-106,0	-299,0	-460,0	-585,5	-664,3	-830,4	-847,3	-967,3	-1063,5	-1057,8	-1049,4	-1008,4	
ИТОГО с учетом фактора времени	-96,4	-159,8	-120,7	-85,7	-48,9	-10,4	0,0	-8,9	0,0	0,4	0,5	2,1	-624,1
То же, накопленный	-96,4	-256,1	-376,9	-462,6	-511,5	-589,9	-595,6	-614,7	-627,1	-626,8	-626,3	-624,1	
Операционная деятельность													
Добыча руды, тыс. т:	0,0	0,0	0,0	70,0	200,0	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	500,0	355,0	15525,0
в т.ч. карьер				70,0	200,0								2528,0
штольня						600,0	600,0	600,0					8431,0
шахта									600,0	600,0	500,0	355,0	4566,0
Стоимость продукции	0,0	0,0	0,0	81,9	234,1	644,0	644,0	644,0	585,6	585,6	488,0	346,5	16466,0
Амортизационные отчисления	0,0	0,0	0,0	5,6	16,0	33,0	33,0	33,0	45,0	45,0	37,5	26,6	1008,4
Эксплуатационные затраты	0,0	0,0	0,0	20,3	58,0	174,1	174,1	174,1	183,0	183,0	152,5	108,3	4573,1
Плата за недра	0,0	0,0	0,0	1,6	4,7	12,9	12,9	12,9	11,7	11,7	9,8	6,9	329,3
Отчисления на воспроизводство МСБ	0,0	0,0	0,0	6,7	19,2	52,8	52,8	52,8	48,0	48,0	40,0	28,4	1350,2
Отчисления на пенсии, соцстрах и т.п.	0,0	0,0	0,0	2,0	5,8	17,4	17,4	17,4	18,3	18,3	15,3	10,8	457,3
Плата за воду, землю и т.п.	0,0	0,0	0,0	2,0	5,9	16,1	16,1	16,1	14,6	14,6	12,2	8,7	411,7
Налоги	0,0	0,0	0,0	19,3	55,0	141,5	141,5	141,5	119,9	119,9	100,0	71,0	3596,3
Неамортизированные капвложения	106,0	299,3	460,0	576,2	632,2	559,4	403,4	358,4	264,1	84,1	46,6	20,0	

Налогооблагаемая прибыль	0,0	0,0	0,0	39,2	127,3	351,8	354,1	354,8	296,3	299,0	249,5	177,3	8916,6
Налог на прибыль	0,0	0,0	0,0	13,7	44,5	123,1	124,0	124,2	103,7	104,6	87,3	62,1	3120,8
Налог на имущество пред- приятий	1,6	4,5	6,9	8,6	9,5	8,4	6,1	5,4	4,0	1,3	0,7	0,3	170,9
Сбор на образовательные учреждения	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	22,9
Налог на жилой фонд и объекты соцкультбыта		0,0	0,0	1,2	3,5	9,7	9,7	9,7	8,8	8,8	7,3	5,2	247,0
ИТОГО	-1,6	-4,5	-6,9	31,1	98,7	261,7	263,2	263,6	237,6	239,3	199,7	141,9	6791,2
Накопленный итог	-1,6	-6,1	-13,0	18,1	116,8	1603,2	2915,9	4234,8	5495,0	6449,7	6649,3	6791,2	
ИТОГО с учетом фактора времени	-1,4	-3,7	-5,2	21,2	61,3	100,9	63,0	39,2	21,9	15,1	11,4	7,4	1630,8
То же, накопленный	-1,4	-5,2	-10,3	10,9	72,2	776,4	1160,1	1399,4	1542,1	1611,9	1623,4	1630,8	
ВСЕГО по инвестиционной и операционной деятельности	-107,6	-197,8	-167,6	-94,4	19,9	234,8	263,2	203,6	237,9	245,0	208,1	182,8	5782,8
То же, накопленный	-107,6	-305,4	-473,0	-567,4	-547,5	772,8	2068,7	3267,5	4431,6	5391,9	5600,0	5782,8	
ВСЕГО с учетом фактора времени	-97,8	-163,5	-125,9	-64,5	12,4	90,5	63,0	30,3	22,0	15,4	11,9	9,5	1006,6

* Для сокращения объема таблицы в ней полностью приведены данные по первым пяти и последним трем годам, а промежуточные результаты показаны только для последних лет соответствующих пятилеток.

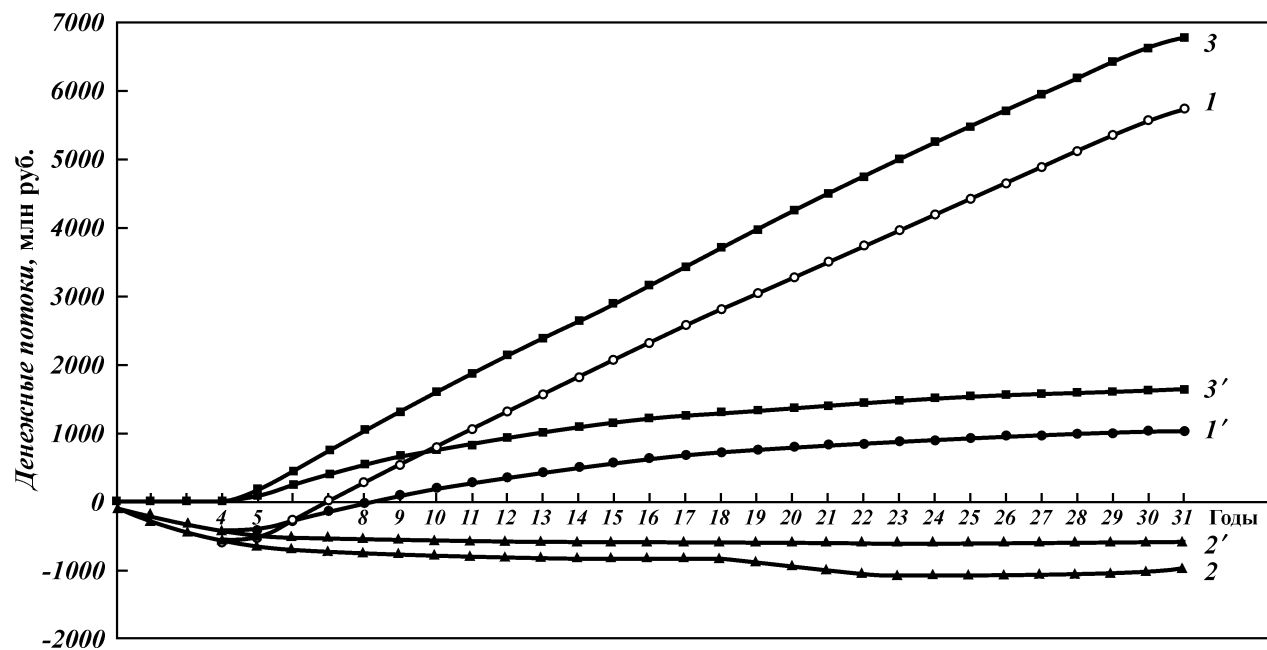


Рис. 12.1. Графики денежных потоков при освоении полиметаллического месторождения:
 1 - 3 - без учета фактора времени (недисконтированные), 1' - 3' - с учетом этого фактора (дисконтирование при ставке 10 %); потоки от деятельности: 1 и 1' - инвестиционной и операционной, 2 и 2' - инвестиционной, 3 и 3' - операционной

видно, что поток от инвестиционной деятельности формируется в основном за первые пять лет, когда осуществляется строительство карьера, обогатительной фабрики и создание необходимой инфраструктуры. Создание второй и третьей очередей горного предприятия на величине этого денежного потока сказывается незначительно. Еще меньшим оказывается влияние строительства подземного рудника третьей очереди на величину дисконтированного денежного потока, т.е. с учетом фактора времени. Крайне незначительно также влияние притока денежных средств по потоку от инвестиционной деятельности (за счет реализации остаточных фондов и изъятия в прибыль остаточных оборотных средств), вследствие чего в практических расчетах по данному проекту ими можно пренебречь. Следует, однако, иметь в виду, что на месторождениях с малыми сроками отработки (3 - 5 лет) доход от реализации выбывающего оборудования и оборотных средств может составлять значительную величину и должен учитываться.

В денежном потоке от операционной деятельности все участвующие величины как притока, так и оттока являются значимыми, влияющими на величину сальдо потока.

Из построенной модели суммарного денежного потока (по инвестиционной и операционной деятельности) следует, что накопленное сальдо чистой прибыли без учета фактора времени сравняется с капитальными вложениями уже через 6,4 года. Однако с учетом фактора времени (для дисконтированной прибыли) это равенство наступит только через 8,4 года. Дисконтированная величина денежного потока после 21 года изменяется крайне незначительно и на величине чистой дисконтированной прибыли и внутренней норме прибыли, характеризующих экономическую эффективность разработки месторождения, практически не сказывается. Однако сам факт того, что месторождение может успешно эксплуатироваться и в последующие годы, несомненно, имеет большое экономическое и социальное значение и должен учитываться при оценке проекта.

12.3. ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИНАМИКИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТОВ

На динамику денежных потоков и итоговые экономические показатели проектов сильное влияние могут оказывать геологические особенности месторождений и распределения в недрах ценного компонента, определяющие выход продукции по годам (шкалам).

Это влияние усиливается при коротких сроках отработки месторождений [3, 14].

Рассмотрим следующий пример. Пусть имеются три месторождения золота с абсолютно одинаковыми средним содержанием и запасами, но с различным распределением золота по глубине. На одном месторождении это содержание остается неизменным, на другом постепенно возрастает с глубиной, а третье, напротив, характеризуется залегаем наиболее богатых руд вблизи поверхности. Все месторождения будут отрабатываться карьерами, т.е. выемка руд в них будет осуществляться одинаково - сверху-вниз. Срок отработки также одинаков - 6 лет. Очевидно, что на первом месторождении качество добываемых руд во времени не меняется и доходная часть операционного денежного потока в течение всего времени отработки постоянна. На втором месторождении доходная часть операционного потока будет постепенно возрастать при минимальном значении в первый год и максимальном - в последний, а на третьем - постепенно снижаться при максимальном значении в первый год и минимальном в последний.

Общая величина суммарного операционного денежного потока во всех случаях одинакова. Однако дисконтированная величина этого потока будет уже различаться, так как коэффициенты дисконтирования начальных и конечных годов различны. В результате дисконтированный поток при освоении месторождения, на котором богатые руды могут быть отработаны в начальный период, будет больше за счет малых коэффициентов дисконтирования на большие доли дохода, а при освоении месторождения, на котором вначале будут отрабатываться бедные руды, картина окажется обратной.

Предположим к тому же, что предприятия будут использовать кредитную форму финансирования и должны рассчитываться по кредитам. Очевидно, что для сокращения процентных выплат целесообразно как можно скорее вернуть кредиты и направлять на это всю прибыль начального этапа ее получения. Однако неравномерность поступления прибыли по годам определит при отработке рассматриваемых месторождений неодинаковые возможности предприятий по погашению кредитов. Наиболее быстро кредиты погасит предприятие, доходы которого максимальны в начальный период, а предприятие, у которого эти доходы минимальны, вынуждено будет дольше гасить кредиты, а значит, производить излишние процентные выплаты.

В результате суммарная величина чистой дисконтированной прибыли (ЧДП), а также индекс прибыльности (ИП) и внутренняя норма прибыли (ВНП) проектов освоения этих месторожде-

Таблица 12.3

Место- рожде- ние	Годы							Итоговые показатели		
	-1	1	2	3	4	5	6	ЧДП, млн дол.	ИП	ВВП, %
	Долг по кредиту (-) и накопленная дисконтирован- ная прибыль по годам, млн дол.									
С равно- мерным распре- делени- ем золо- та	-13,55	-8,43	-0,09	-0,01				2,58	1,19	18,7
				+4,60	8,69	12,96	16,13			
С бога- тыми рудами в верх- ней части	-13,55	-3,01						5,95	1,41	27,7
			+6,97	11,75	14,57	16,72	19,05			
С бога- тыми рудами в ниж- ней части	-13,55	-13,52	-10,02	-5,44	-4,77			0,79	1,06	15,4
					+2,23	8,64	14,34			

ний окажутся различными, несмотря на одинаковые средние параметры, одинаковые капитальные вложения и удельные эксплуатационные затраты, одинаковую ставку дисконтирования (14 %) и т.п. (табл. 12.3, по Ю.Г. Боярко). Как следует из приведенных в табл. 12.3 данных, внутренняя норма прибыльности крайних проектов отличается почти в 2 раза, хотя начальные вложения и все прочие условия, за исключением возможного порядка отработки богатых и бедных руд, одинаковы.

Из этого условного примера становится понятным стремление предпринимателей к первоочередной отработке наиболее богатых или лучших по другим условиям участков месторождений. Однако при этом должны соблюдаться требования к охране недр и не допускаться потери низкорентабельных запасов.

12.4. ВЛИЯНИЕ ДИСКРЕТНОСТИ АППРОКСИМАЦИИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ

Обычно денежные потоки имеют непрерывный характер, однако при анализе используются их дискретные значения, фиксируемые на определенных моменты времени, например, на конец финансового года. Один и тот же поток чистых денег при дисконтировании при одной и той же ставке, но при различном разбиении

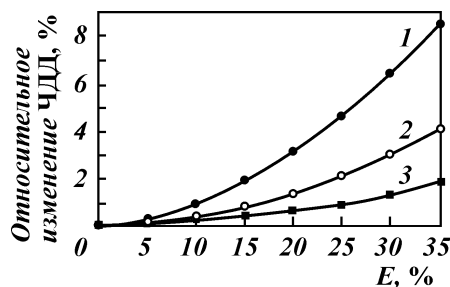


Рис. 12.2. Зависимость относительного изменения ЧДД проекта от ставки дисконтирования E и учетного временного шага: месячного (1), квартального (2) и годового (3)

анализируемого периода на шаги, окажется различным. Для проектов с небольшими сроками существования предприятия обычно применяемый годовой шаг аппроксимации денежных потоков может оказаться недостаточным с точки зрения точности достигаемого результата [4, 17].

При дисконтировании чистого потока денег по месяцам, кварталам или полугодиям дисконтированная величина в целом за год (т.е. ЧДД) определяется формулой

$$\text{ЧДД} = S(1+E/m)^{-mn},$$

где S - сумма месячных (квартальных, полугодовых) доходов; E - ставка дисконтирования; m - число учетных периодов в году (для полугодия - 2, квартала - 4, месяца - 12); n - порядковый номер года.

Очевидно, что влияние дискретности аппроксимации реального денежного потока будет сказываться на его дисконтированной величине тем сильнее, чем больше ставка дисконтирования (E), больше число учетных периодов в году и ближе год к началу движения потоков. Общий характер такой зависимости показан на рис. 12.2.

На ранних стадиях оценки, для долгосрочных проектов и при низких ставках дисконтирования влиянием этой зависимости можно пренебречь, считая годовой шаг дисконтирования вполне достаточным. Однако для краткосрочных проектов и при высоких ставках дисконтирования годовой шаг может оказаться слишком большим.

Как указывает Дж. Хилл [4, 17], при составлении полного (банковского) ТЭО проекта со сроком осуществления до 10 лет целесообразно проводить дисконтирование денежных потоков первых двух лет с поквартальным шагом, последующих трех - с полугодовым и только последних пяти лет - с годовым.

12.5. ПРИНЦИПЫ ОТБОРА ЛУЧШИХ ПРОЕКТОВ

Обычно компания рассматривает несколько проектов, различные показатели которых могут отличаться друг от друга в разные стороны. На какой из показателей следует ориентироваться как на определяющий?

Прежде всего необходимо исходить из общих принципов, которые данная компания считает для себя приемлемыми. Так, компания может исходить из принципа, что проект, представляющий для нее интерес, должен характеризоваться сроком окупаемости вложений не более t лет. Это может иметь место, например, в случае политической нестабильности в районе расположения объектов инвестирования, когда любые вложения на относительно длительные сроки представляются чрезмерно рискованными. Очевидно, что, следуя такому принципу, компания должна забраковать проекты с любым чистым дисконтированным доходом (NPV) и нормой прибыльности (IRR), если срок окупаемости вложений по ним больше t . В частности, транснациональных нефтяных компаний при оценке проектов разработки нефтяных месторождений в развивающихся странах обычно исходят из срока окупаемости не более 5 лет. Срок окупаемости часто рассматривается как определяющий показатель также кредитными учреждениями (банками), которые редко идут на кредитование проектов со сроками окупаемости более 5-7 лет [4].

В то же время, чем дольше может продолжаться эксплуатация месторождения сверх срока окупаемости, тем проект может считаться более привлекательным. В зарубежной практике обычно принимается, что общий срок эксплуатации должен составлять не менее 130 % от срока окупаемости [4].

Компания может производить выбор проектов в условиях, когда возможности инвестиций для нее практически не ограничены, и в условиях, когда существует некоторый предел инвестиций в абсолютном выражении, который компания не считает возможным превзойти. Например, компания не считает возможным ни пойти на эмиссию новых акций, ни использовать кредит, а ее собственные свободные средства ограничены.

Наконец, сам выбор по каким-то особым причинам может иметь либо взаимоисключающий характер (т.е. выбран должен быть один и только один из двух или нескольких проектов), либо же многовариантный характер, когда из ряда проектов может быть выбрано произвольное их число.

Выбор в условиях взаимного исключения при неограниченных инвестициях определяется сопоставлением ЧДД (NPV) и ВНД (IRR) проектов. Очевидно, что если компания уже владеет или

хотя бы принимает участие в ряде проектов, приносящих определенную прибыль, приемлемым для нее может быть только проект, внутренняя норма доходности которого не ниже средней нормы прибыли на уже вложенный капитал, т.е. не ниже стоимости собственного капитала компании (ее предельной ставки) [4, 17, 18].

Предположим, однако, что оба альтернативных проекта характеризуются ВНД большей этой величины, причем по одному из них обеспечивается очень высокая ВНД на сравнительно небольшие инвестиции (при малом сроке существования), а по другому - меньшая ВНД на более крупные инвестиции (при много большем сроке существования) (табл. 12.4).

Какой из этих двух проектов следует предпочесть? Величина ВНД относительная, и для компании достижение ее максимального значения не может быть самоцелью. Главное, это все-таки валовая сумма прибыли, живые деньги. Поэтому при отсутствии других ограничивающих условий из этих проектов должен быть выбран проект Б, дающий большую величину чистого дисконтированного дохода [4].

Выбор в условиях ограниченности инвестиций. Обычно компании как-то ограничены в величине инвестиций и задача заключается в отборе среди возможных проектов такого их числа, чтобы требуемая сумма инвестиций не превысила установленный лимит, а выбранная совокупность обеспечивала максимальный эффект их использования. Порядок такого выбора рассмотрим на примере, взятом с некоторыми изменениями из работы [4].

Пусть имеется семь проектов, из которых два (А и Б) являются альтернативными, т.е. выбран может быть только один из них. Предположим также, что возможности инвестирования для компании ограничены суммой в 2000 усл. ед. Очевидно, что поскольку проекты А и Б являются наиболее доходными, целесообразно прежде всего определиться с ними, а так как из них наи-

Таблица 12.4

Годы	Потоки реальных денег, усл. ед.		Годы	Потоки реальных денег, усл. ед.	
	Проект А	Проект Б		Проект А	Проект Б
1	-200	-1000	7	-	300
2	100	100	8	-	300
3	150	200	9	-	200
4	150	300	10	-	200
5	100	300	ЧДД (NPV)	148	154
6	-	300	ВНД (IRR)	49,1 %	19,6 %

Таблица 12.5

Проект	Капитальные вложения	ЧДД (NPV)	ИД (PI)	Суммарные инвестиции	Суммарный ЧДД
Отбраковывается как уступающий проекту Б					
А	500	250	1,50		
Отбираются для осуществления					
Б	1000	300	1,30	1000	300
Д	1000	200	1,20	2000	500
Отбраковываются в связи с исчерпанием лимита инвестирования					
Г	500	75	1,15		
Е	250	75	1,30		
В	250	63	1,25		
Ж	500	50	1,10		

более доходным является проект Б, то выбор должен быть решен в его пользу. Отбросив проект А и ранжировав остальные проекты по величине ЧДД (NPV), получаем картину, отраженную в табл. 12.5.

Итак, выполненное ранжирование приводит к варианту, обеспечивающему при вложении 2000 усл. ед. суммарную прибыль 500 усл. ед., т.е. общий индекс прибыльности (ИД) 1,50.

Однако несколько иной выбор возможен, если ранжирование объектов провести по величине индекса прибыльности (табл. 12.6).

В качестве первоочередных в этом случае выдвигаются проекты Е и В, относительная прибыльность на вложенные средства по которым выше, чем по проекту Д. В то же время положение оказывается таким, что лимитную сумму надо либо увеличивать до 2500 усл. ед., включая в число осуществляемых и проект Д,

Таблица 12.6

Проект	Капитальные вложения	ЧДД	ИД	Суммарные инвестиции	Суммарный ЧДД
Отбираются для осуществления					
Б	1000	300	1,30	1000	300
Е	250	75	1,30	1250	375
В	250	63	1,25	1500	438
Может быть принят при увеличении лимитной суммы					
Д	1000	200	1,20	2500	638
Однозначно отбраковываются					
Г	500	75	1,15		
Ж	500	50	1,10		

Таблица 12.7

Проект	Капитальные вложения	ЧДД	ИД	Суммарные инвестиции	Суммарный ЧДД
Отбираются для осуществления					
А	500	250	1,50	500	250
Е	250	75	1,30	750	325
В	250	63	1,25	1000	388
Д	1000	200	1,20	2000	588
Отбраковывается как альтернативный проекту А					
Б	100	300	1,30		
Отбраковываются как выходящие за лимит инвестиций					
Г	500	75	1,15		
Ж	500	50	1,10		

либо примириться с ее недоиспользованием, что может быть в равной степени неприемлемым. Однако исключив из рассмотрения проект Д, можно заменить его на проект Г и, уложившись в установленный лимит инвестиций, получить суммарный ЧДД 438 (проекты Б, Е, В) + 75 (проект Г) = 513 усл. ед. Данный ЧДД превышает ЧДД по рассмотренному выше варианту (проекты Б и Д), что определяет предпочтительность последнего варианта.

Возникает, однако, вопрос, правильно ли отброшен проект А, индекс доходности которого выше, чем у проекта Б?

Проведя ранжирование по величине ИД всех проектов, включая А, получаем вариант отбора лучших проектов, показанный в табл. 12.7. Данный вариант обеспечивает максимальное значение ЧДД на лимитные инвестиции и должен быть принят как оптимальный.

12.6. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ГОРНЫХ КОМПАНИЙ

В условиях развитого рынка нередко возникает вопрос оценки стоимости некоторой компании в связи с определением реальной рыночной цены ее акций или в связи с намечаемым актом купли-продажи.

В принципе мерилom стоимости компании может служить величина чистого дисконтированного дохода осуществляемых ею проектов. Однако если компания еще только собирается приступить к реализации проекта, т.е. только располагает лицензией на освоение месторождения, такая оценка характеризуется некоторой неопределенностью, связанной с выбором ставки дисконтирования. В таких условиях для оценки стоимости горных компаний

и может быть использован метод опционов, при котором стоимость компании рассматривается как стоимость колл-опциона, т.е. права на осуществление некоторого проекта, например разработки месторождения. Эта стоимость определяется по формуле*

$$S = C_{из} \exp(-yt)P(d_1) - C_p \exp(-rt)P(d_2),$$

где S - стоимость компании - владельца лицензии на разработку некоторого месторождения; $C_{из}$ - стоимость извлекаемых запасов ценного компонента в месторождении; C_p - стоимость реализации проекта (капитальные и эксплуатационные затраты); y - ставка дисконтирования, учитывающая эффект запаздывания получения товарного продукта относительно начала движения денежных потоков и принимаемая равной отношению ежегодно извлекаемых запасов к общим запасам; t - срок опциона, т.е. время действия лицензии или срок отработки запасов (если этот срок меньше времени действия лицензии); r - безрисковая ставка на период t (ставка по государственным ценным бумагам); $P(d_1)$ и $P(d_2)$ - значения функции нормального распределения для аргументов, равных:

$$d_1 = [\ln(C_{из}/C_p) + (r - y + \sigma^2/2)t] / \sigma t^{0.5};$$

$$d_2 = d_1 - \sigma t^{0.5},$$

где σ - стандартное отклонение стоимости актива.

При этом дисконтирование осуществляется по постоянной безрисковой ставке r .

* Лашихия В.Ю. Оценка стоимости горной компании методом опционов // Минеральные ресурсы России, 2001, № 4.

13

ГЛАВА

АНАЛИЗ РИСКОВ И УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ПРОЕКТОВ

13.1. ПОНЯТИЯ РИСКА И УСТОЙЧИВОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Принятие инвестиционных решений всегда происходит в условиях некоторой неопределенности, так как реальные денежные потоки при осуществлении проектов в будущем могут отличаться от рассчитанных на стадии проектирования и учитывавшихся при принятии решений. Такие различия могут быть обусловлены изменением экономической ситуации (инфляцией), изменением конъюнктуры рынка, уровня банковских ставок, ставок налогообложения, политическими факторами, экологическими катастрофами и т.п. Инвестор всегда стоит перед необходимостью *делать затраты сейчас ради получения прибыли в будущем* и вынужден иметь дело с *прогнозом условий* получения этой прибыли, который, как и всякий прогноз, может не подтвердиться.

В горном бизнесе к указанным факторам неопределенности добавляются приближенность количественных и качественных характеристик месторождений, обусловленная их скрытым в недрах положением, возможная неоптимальность проектных решений по освоению, неточность оценок капитальных и эксплуатационных затрат, а также потеря и разубоживания сырья.

Неопределенность, связанная с возможностью возникновения при реализации проекта неблагоприятных ситуаций и последствий, характеризуется понятием *риска*.

Вместе с тем, в различных отраслях знаний и в разных литературных источниках нередко различные толкования понятия риска*.

Под риском в бизнесе следует понимать *возможность при принятии некоторого решения получить нежелательный исход, выражающийся в материальном или финансовом ущербе для принимавшего решение субъекта*.

* Само слово "риск" кажется исконно русским, однако в действительности оно происходит от испано-португальского корня, имеющего в переводе значения "риф", "скала" и употреблявшегося моряками для обозначения грозящей судну опасности.

Однако нередко понятие риска употребляется и применительно к величине такого ущерба, т.е. к размеру финансовых потерь в абсолютном или относительном (относительно вложенных средств) выражении.

Величина потерь в условиях конкретного проекта является случайной величиной, каждое возможное значение которой характеризуется определенной вероятностью. При этом чем меньше величина потерь, тем в общем случае выше вероятность их получения. Поэтому риск конкретного проекта не может быть охарактеризован величиной потерь как некоторой константой. Оценивая риск, можно говорить только о той или иной вероятности получить (или не получить) те или иные потери. Графическое отображение зависимости величины потерь и их вероятности называют *кривой риска* (рис. 13.1). При анализе таких кривых различают *безрисковую зону* (потери равны нулю или прибыль превышает ожидаемую), *зону допустимого риска* (потери не превышают ожидаемой прибыли), *зону критического риска* (потери приближаются к общему доходу) и *зону катастрофического риска* (потери приближаются ко всему капиталу инвестора).

В практике оценки горных проектов первоочередной интерес представляет не величина потерь (полагается, что проект должен приносить прибыль), а сам факт их появления, т.е. *факт утраты проектом прибыльности* или снижения этой прибыльности до недопустимого предела, т.е. (в большинстве случаев) *верхний порог зоны допустимого риска*.

Количественная оценка *вероятности* перейти этот порог является мерой риска и позволяет сравнивать проекты по степени рискованности вложения средств. Альтернативную вероятность, т.е. вероятность того, что прибыль проекта сохранит положительное (или некоторое минимальное) значение, несмотря на возможное изменение условий, принято называть *устойчивостью*, или *жизнеспособностью проекта*.

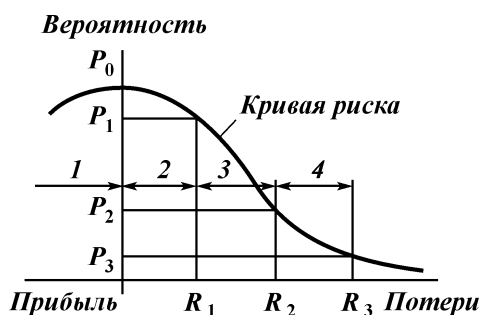


Рис. 13.1. Кривая риска.

$P_1 - P_3$ - вероятности потерь
 $R_1 - R_3$; 1 - зона нулевого риска
 потерь (область прибыли); 2 -
 4 - зоны риска: 2 - допустимого,
 3 - критического, 4 - катастро-
 фического

Количественная оценка рисков в горном бизнесе представляет собой сложную задачу, поскольку каждый горный проект уникален и данные по реализации других проектов для анализа рисков рассматриваемого проекта неприменимы. С другой стороны, располагая единственным расчетным вариантом экономических показателей проекта, естественно, нельзя оценить их возможное изменение, а следовательно, и риск.

Задача оценки рисков сводится к тому, чтобы тем или иным способом смоделировать влияние изменения различных условий на экономические показатели проекта и оценить вероятности принятия ими различных значений.

В горном бизнесе можно выделить два вида рисков: *риск финансовый* и *риск оперативный*. Под финансовым риском понимают риск, связанный с неопределенностью денежных потоков, возникающей в силу различных причин, которые невозможно ни предугадать, ни проанализировать. Финансовый риск - это риск, который предприниматель вынужден принимать, если он вообще берется за дело. Наибольшему финансовому риску подвергаются компании, использующие для инвестиций исключительно заемный капитал, так как даже небольшие изменения дохода могут сказаться на способности обслуживать кредит и существенно поменять поток чистой прибыли. Как уже упоминалось, зарубежные финансовые учреждения редко идут на финансирование горных проектов в объеме более 70 % общих капиталовложений.

Величина финансового риска в горных проектах учитывается выбором *ставки дисконтирования E* (см. раздел 11.3).

Под оперативным риском понимают риск, связанный с неопределенностью исходных данных по сырьевой базе, возможными отклонениями в технологии производственного процесса, колебаниями рыночных цен на продукцию и др. Именно оперативные риски обычно являются предметом анализа предпринимателя при оценке приемлемости проекта.

13.2. МЕТОДЫ АНАЛИЗА РИСКА

Основными экономическими показателями эффективности инвестиционных проектов являются чистый дисконтированный доход (прибыль) (ЧДД), индекс доходности (ИД) и внутренняя норма доходности (ВНД). Критическими значениями этих показателей (для границы зоны допустимого риска) будут равенство ЧДД нулю, ИД - единице, а ВНД - принятой ставке дисконтирования.

Очевидно, критериями риска проекта могут служить оценки вероятности событий:

ЧДД = 0, ИД = 1 и ВНД = принятой минимальной ставке.

Любая из этих величин зависит от множества характеристик, способных принимать различные числовые значения, и в силу этого может рассматриваться как случайная. Задача заключается, очевидно, в том, чтобы определить закон распределения этих величин, т.е. найти функцию, связывающую их значения и вероятности и оценить вероятность, соответствующую критическому значению.

Наиболее удобным для анализа показателем является ЧДД, поскольку пределы его изменения теоретически могут быть приняты от $+\infty$ до $-\infty$ при вероятности от 0 до 1. Это позволяет считать распределение данного показателя приближенно нормальным.

Анализ риска по показателю ЧДД может быть выполнен одним из следующих трех методов: 1) методом точечных оценок; 2) методом дискретных вероятностей (дерева вероятных исходов); 3) методом моделирования распределений (Монте-Карло).

Любой из этих способов основывается на многовариантных расчетах величины ЧДД как функции некоторых задаваемых переменных, например, величины капитальных или эксплуатационных затрат, цены готовой продукции или любой другой характеристики, влияние которой на денежные потоки представляется определяющим риск (см. также раздел 13.4.1).

13.2.1. МЕТОД ТОЧЕЧНЫХ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ

Этот способ является наименее трудоемким, но и наименее точным. Для проведения анализа этим способом необходимо располагать не менее чем тремя оценками возможной величины итогового показателя (ЧДД). Эти оценки получают прямыми расчетами по трем вариантам, задаваясь некоторыми сочетаниями величин эксплуатационных и капитальных затрат, цены на продукцию или других параметров; один из этих вариантов рассматривается как базовый, а два других дают возможные максимальное и минимальное значения ЧДД. Рассчитываться может также только базовый вариант, а максимальные и минимальные значения показателя приниматься по экспертной оценке.

По трем известным значениям показателя находят точечные оценки параметров его распределения. Обычно используется следующая процедура. Обозначим расчетные значения показателя: М - базовое, П - пессимистическое (минимальное) и О - оптимистическое (максимальное). Тогда оценкой среднего (математического ожидания) будет

$$\bar{x} = (O + M + П) / 3, \quad (13.1)$$

а оценкой дисперсии [17]

$$\sigma^2 = [(O - П)(O^2 - ПО + П^2) - МО(O - М) - ПМ(М - П)] / [18(O - П)]. \quad (13.2)$$

Коэффициент вариации V , рассчитываемый по формуле

$$V = \sqrt{\sigma^2} / x = \sigma / x, \quad (13.3)$$

тоже может рассматриваться как относительная мера риска данного проекта. Однако более показательной является численная оценка вероятности критического значения показателя (ЧДД = 0). Для ее нахождения используется следующий прием. Пусть в качестве критического значения величины ЧДД выбрано значение V , и нас интересует вероятность получения ЧДД меньше V . Тогда, при $V < M$ искомая вероятность будет

$$p_{x < V} = A^2 / B, \quad (13.4)$$

где $A = (V - П) / (O - П)$ и $B = (M - П) / (O - П)$.

Если выбрано $V > M$, то

$$p_{x < V} = 1 - (1 - A)^2 / (1 - B). \quad (13.5)$$

Можно также воспользоваться специальным стандартным трафаретом (вероятностной бумагой), на котором по ординате отложены значения нормированной функции нормального распределения (вероятности), а по абсциссе откладываются значения величины. На трафарет наносятся точки \bar{x} , $(\bar{x} + \sigma)$ и $(\bar{x} - \sigma)$, которым соответствуют фиксированные вероятности: 0,5, 0,84 и 0,16.

Для нормально распределенной величины эти точки ложатся на одну прямую, пересечение которой с абсциссой, соответствующей критическому значению (например, ЧДД=0) дает по ординате искомую вероятность.

Слабыми местами способа “трех точек” являются весьма грубая оценка параметров распределения анализируемых величин всего по трем случайным значениям. Этот способ оперирует также итоговыми значениями ЧДД или ВНД, которые являются сложными функциями многих переменных (капитальных и эксплуатационных затрат, цены продукции и др.), различные сочетания разных значений которых отнюдь не равновероятны.

Поэтому данный способ может рассматриваться только как приближенный и применяться лишь для предварительной оценки рисков при сравнении нескольких достаточно различающихся проектов.

Для более точной оценки риска конкретного проекта, в который предстоит вкладывать реальные средства, необходимы более точные, но и более сложные способы.

13.2.2. МЕТОД ДИСКРЕТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ (ДЕРЕВА ВЕРОЯТНЫХ ИСХОДОВ)

При этом способе выбирается ряд параметров, влияющих на экономические показатели проекта, для каждого из которых принимается ряд дискретных значений и соответствующих им дискретных вероятностей.

Пусть, например, выбраны следующие параметры: величина капитальных вложений, величина эксплуатационных затрат и цена готовой продукции, которые соответственно могут принимать значения $K_1, K_2, K_3; \mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3; \mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2, \mathcal{C}_3$. Каждому из этих значений соответствует некоторая априорная вероятность, например, $K_1, \mathcal{E}_1, \mathcal{C}_1$ имеют вероятность $p_1 = 0,1$, для $K_2, \mathcal{E}_2, \mathcal{C}_2$ вероятность будет $p_2 = 0,8$, а для $K_3, \mathcal{E}_3, \mathcal{C}_3 - p_3 = 0,1$.

Дерево вероятных исходов этой системы может быть представлено в виде следующей схемы (рис. 13.2). Вероятность каждого последующего исхода определяется произведением вероятностей предшествующих ему исходов на дереве.

Общее количество сценариев сочетания значений N будет определяться формулой

$$N = n^k,$$

где n - число параметров; k - число значений, принимаемых параметрами.

Для каждого такого сценария рассчитывается значение итогового экономического показателя (ЧДД, ВНД) и соответствующая вероятность.

В рассматриваемом примере мы будем иметь 27 сценариев значений ЧДД (ВНД), вероятности которых будут дискретно распределены в диапазоне от $0,1 \times 0,1 \times 0,1 = 0,001$ до $0,8 \times 0,8 \times 0,8 = 0,512$. По этим значениям строится гистограмма вероятностей различных значений показателя, и по ней определяется вероятность принятия показателем критического значения (ЧДД = 0 или ВНД = E). При малом числе сценариев и большом разбросе значений показателя гистограмма может получаться неравномерной, с “провалами”. Но в реальных условиях количество дискретных значений исходных параметров может быть легко увеличено путем, например, увеличения числа ступеней-шагов дискретирования (с соответствующим увеличением количества значений вероятностей), что позволит получать более “плавные” гистограммы. При необходимости может быть увеличено и число анализируемых параметров.

Однако с увеличением числа параметров и их значений резко возрастает и объем вычислений. Практически эффективное

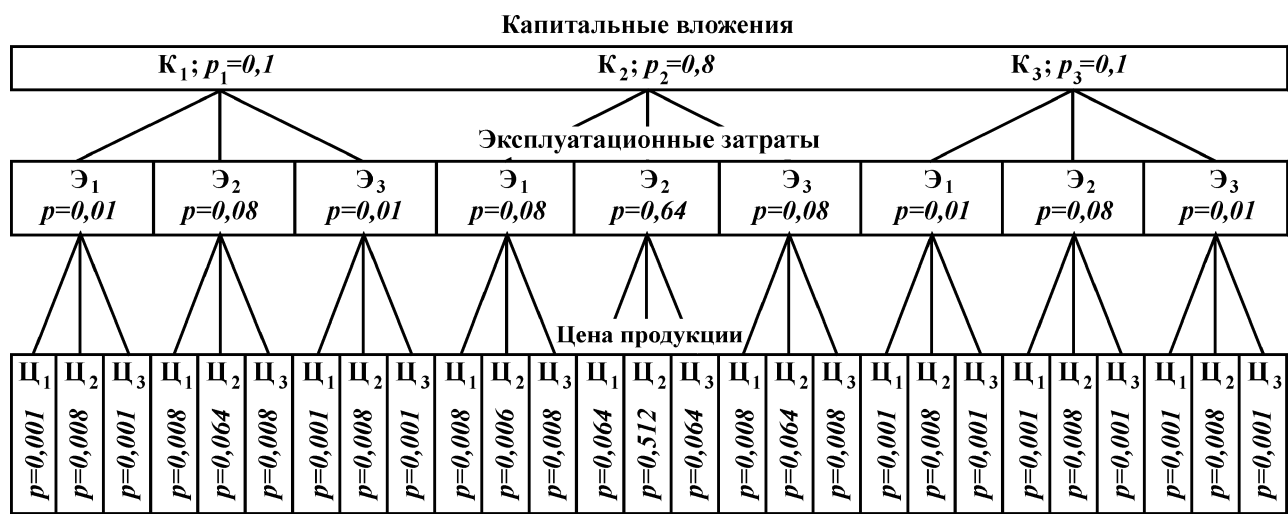


Рис. 13.2. Схема дерева исходов и расчета вероятностей сочетаний параметров при оценке риска способом дискретных вероятностей

применение этого метода требует соответствующих компьютерных программ.

Недостатками данного метода являются постулирование вероятностей значений исходных параметров и их дискретный характер, а также всегда конечное число анализируемых сценариев.

13.2.3. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Из рассматриваемых методов наиболее употребительным является так называемый метод Монте-Карло, при котором исходные параметры проекта рассматриваются как случайные величины, характеризуемые непрерывными распределениями заданного вида (нормальные, логнормальные и др.) с соответствующими средними и дисперсиями.

По этим распределениям производятся случайная автоматизированная выборка значений и соответствующих им вероятностей каждого параметра и группировка их в сценарии, служащие для расчета итоговых показателей ЧДД или ВНД. Количество сценариев при этом ничем не лимитируется и может быть доведено до нескольких тысяч, что позволяет получать представительные распределения итоговых показателей и уверенно решать по этим распределениям задачу оценки вероятности их критических значений.

Объем вычислений при методе Монте-Карло огромен, и его использование требует специальных программ и компьютеров с большим объемом памяти.

Недостатком метода Монте-Карло является то, что этот аппарат разработан для независимых величин, в то время как, строго говоря, многие параметры горных проектов не независимы. Так, изменение капитальных затрат за счет использования, например, более мощного оборудования меняет эксплуатационные затраты. Уровень цен на продукцию зависит от уровня инфляции, которая сказывается и на ценах на потребляемые материалы и оборудование и т.д. В методе Монте-Карло этими зависимостями пренебрегают, что, по-видимому, может приводить к несколько завышенным оценкам рисков.

К методам, учитывающим взаимозависимость анализируемых величин, может быть отнесен так называемый метод суммы корней квадратов, основанный на математических соотношениях для асимметричных функций распределений, позволяющих определить приращения отклонений критерия (ВНД) от отклонения значений каждого проектного параметра, с учетом независимых или взаимозависимых величин. Однако используе-

мый аппарат предполагает ряд упрощающих допущений, а опыта практического применения метода в России не имеется [8].

Дальнейшее развитие методологии анализа рисков, по-видимому, может идти в направлении использования математического аппарата теории случайных процессов (цепи Маркова и др.), однако вычислительных технологий, пригодных для практического применения, пока не предложено.

13.3. ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКА

Практическое применение различных технологий анализа рисков рассмотрим на конкретном примере ТЭО освоения золоторудного месторождения Сопка Кварцевая (Магаданская область)*.

Месторождение представлено группой обособленных кварцадуляровых золотоносных тел пологого падения с относительно высоким содержанием золота (более 12 г/т), но ограниченными запасами, более 80 % которых сосредоточено в одном рудном теле. Запасы подсчитываются в геологических границах кварцадуляровых тел. Обособленное положение месторождения определяет необходимость создания на нем золотоизвлекательной фабрики, что существенно увеличивает капитальные вложения. В то же время ограниченность запасов обуславливает всего лишь семилетний срок существования предприятия. При действовавшей на момент расчетов цене на золото (350 дол/унцию, или 292 руб/г) освоение месторождения характеризовалось показателями, представленными в табл. 13.1.

Как видно из этой таблицы, освоение месторождения в коммерческом варианте оценивается как убыточное, а в базовом (без налогов) является хотя и формально прибыльным, но при невы-

Таблица 13.1

Показатель	Коммерческий вариант	Базовый вариант (без налогов)
Обеспеченность запасами, лет	7	7
Среднегодовой доход, млн руб.	500,00	500,00
Среднегодовая чистая прибыль, млн руб.	70,00	180,00
ЧДД (при $\bar{O} = 10\%$), млн руб.	-350,00	251,00
Внутренняя норма доходности, %	2,49	15,68
Индекс доходности	0,72	1,24

* Материалы любезно предоставлены А. Гостевских ("Кинросс Голд").

Табл. 13.2

Вариант	Значение ЧДД, млн руб.		
	оптимистическое (О)	пессимистическое (П)	вероятное (М)
Коммерческий	373	-1500	-350
Базовый	838	-699	251

сокой внутренней норме доходности. Очевидно, что вложение средств в освоение этого объекта, даже при предоставлении налоговых льгот, является весьма рискованным, но каков именно этот риск?

Для оценки риска были использованы все три описанных выше метода: трех точек, дискретных вероятностей и Монте-Карло. В качестве анализируемого показателя использовался чистый дисконтированный доход (прибыль).

1. Оценка риска методом трех точек выполнена при следующих исходных параметрах (табл. 13.2).

Математическое ожидание \bar{x} величины ЧДД в коммерческом $\bar{x}_к$ и базовом $\bar{x}_б$ вариантах составит: $\bar{x}_к = [373 + (-1500) + (-350)] : 3 = -492$ млн руб.; $\bar{x}_б = [838 + (-699) + 251] : 3 = 130$ млн руб.

Стандартное отклонение σ согласно формуле (13.2) будет: $\sigma_к = 386$ млн руб., $\sigma_б = 317$ млн руб.

Тогда:

$$(\bar{x}_к + \sigma_к) = -106 \text{ млн руб.}; (\bar{x}_к - \sigma_к) = -878 \text{ млн руб.};$$

$$(\bar{x}_б + \sigma_б) = 447 \text{ млн руб.}; (\bar{x}_б - \sigma_б) = -187 \text{ млн руб.}$$

Нанеся полученные точки на вероятностный график (рис. 13.3),

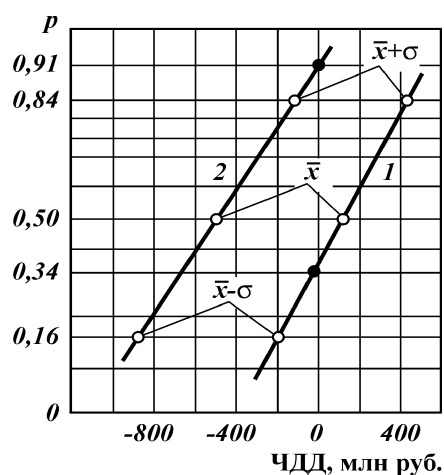
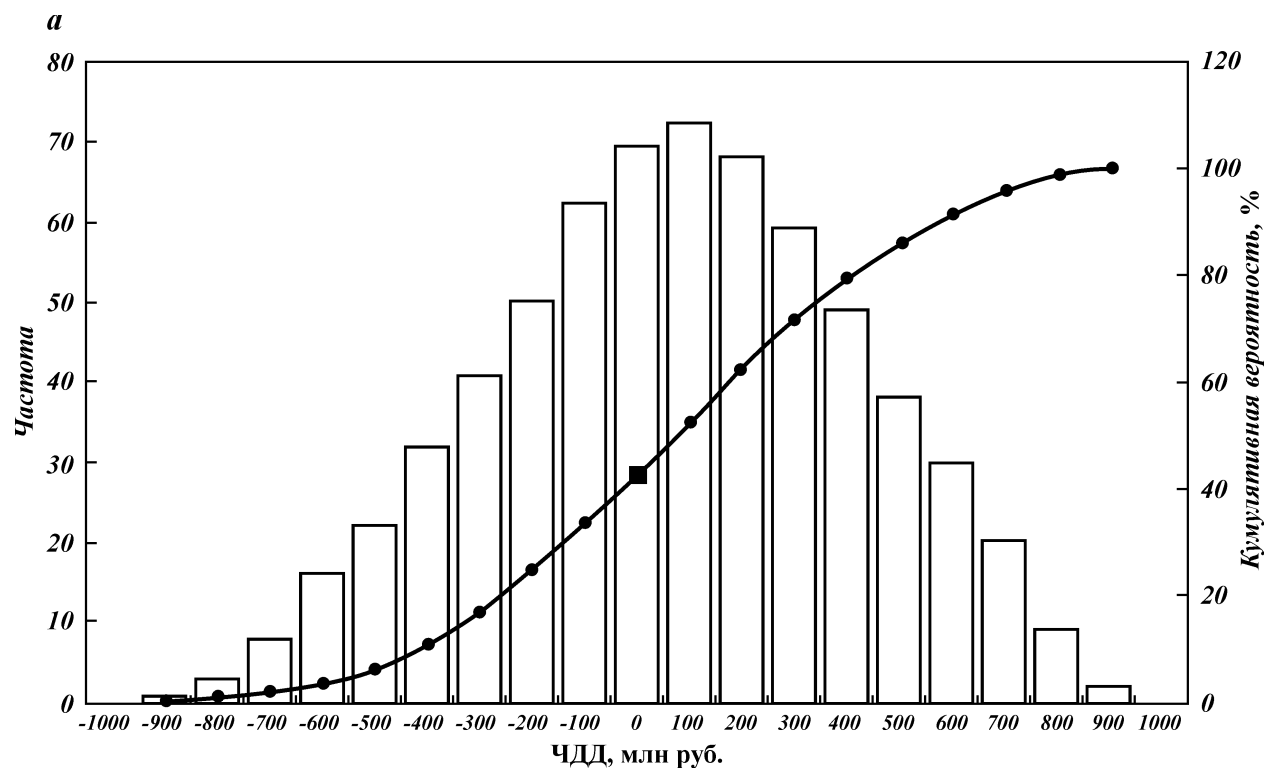


Рис. 13.3. Графическое определение вероятностей событий ЧДД = 0 на вероятностной бумаге по известным оценкам среднего \bar{x} и квантилей $\bar{x} \pm \sigma$. Вероятности ЧДД = 0 для базового (1) и коммерческого (2) вариантов оцениваются в 0,34 и 0,91



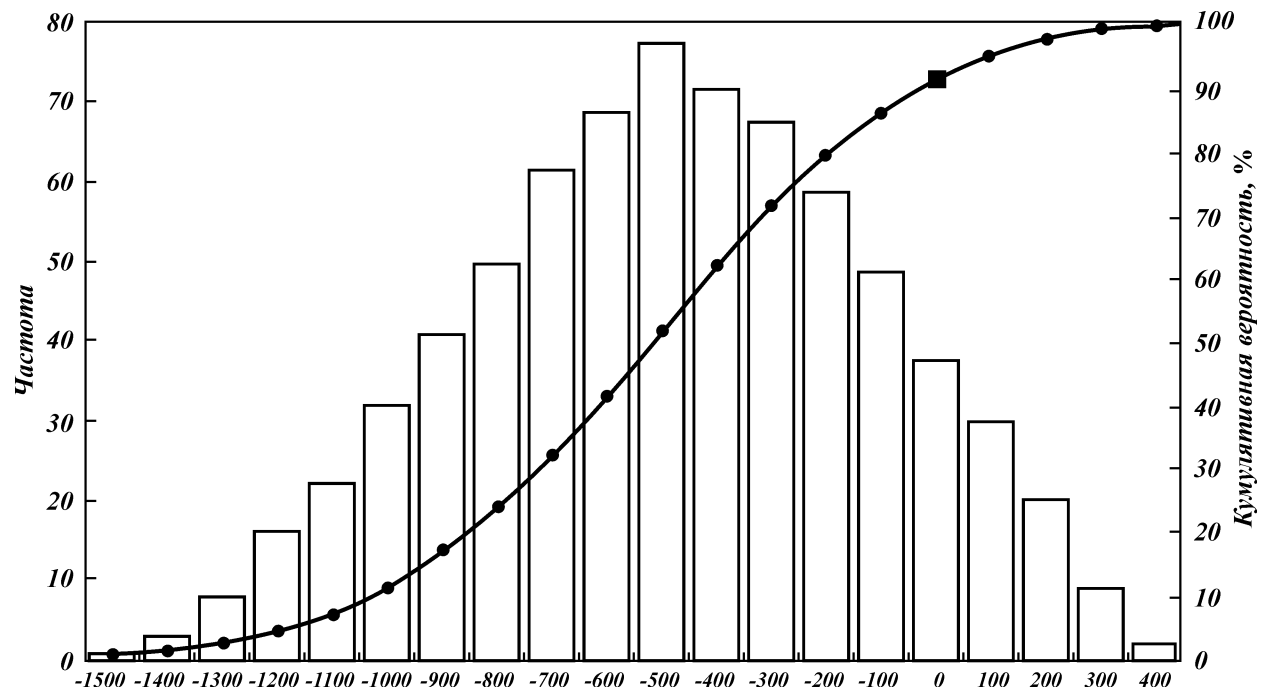


Рис. 13.4. Гистограммы и графики кумулятивных вероятностей значений ЧДД при оценке риска методом дискретных вероятностей для базового (†) и коммерческого (·) вариантов. Месторождение Сопка Кварцевая

табл. 13.3

Параметр	Значение параметра		
	минимальное	базовое	максимальное
Вероятность	0,1	0,8	0,1
Цена на золото, руб/г	184	292	334
Капитальные вложения, тыс. руб.	800 000	1 145 446	1 500 000
Среднегодовые эксплуатационные затраты, тыс. руб.	240 000	280 535	320 000

видим, что в обоих вариантах они удовлетворительно соответствуют прямым, пересечения которых с нулевой линией ЧДД дают следующие значения вероятностей: в коммерческом варианте 91 %, в базовом варианте 34 %. Аналогичные результаты дает использование формул (13.4) - (13.5).

Таким образом, риск проекта в коммерческом варианте оценивается как очень высокий (на грани критического), а в базовом - как высокий (хотя и в зоне допустимого).

2. Оценка способом дискретных вероятностей выполнена при следующих исходных данных (табл. 13.3).

Шаг изменения параметров по вариантам принимался в 1 % от базового значения, а порядок формирования сценариев - в соответствии со схемой, представленной на рис. 13.2. Всего было сформировано 729 сценариев. Гистограммы распределения вероятностей значений ЧДД по вариантам даны на рис. 13.4, из которого видно, что вероятности ЧДД = 0 оцениваются для коммерческого варианта в 92 %, а для базового - в 41 %.

3. Оценка методом Монте-Карло произведена с использованием тех же исходных параметров, меняющихся в тех же диапазонах, однако сами параметры задавались в виде функций логнормального распределения со средним значением, равным базовому, и логарифмической дисперсией 0,1 (рис. 13.5). Затем при помощи компьютера производилось генерирование случайных значений этих функций и их случайных комбинаций в сценарии. Общее количество полученных сценариев составило около 5000. Для каждого сценария производился расчет ЧДД, а полученные значения использовались для построения гистограмм и графиков кумулятивной вероятности. Такие графики для базового и коммерческого вариантов показаны на рис. 13.6, из которого следует, что оценки вероятности ЧДД = 0 составили для коммерческого варианта 98 %, а для базового варианта - лишь около 10 %.

Итоги расчетов по всем трем методам (табл. 13.4) свидетельствуют, что средний ЧДД коммерческого варианта при любом методе оценивается как отрицательный, а базового - как положи-

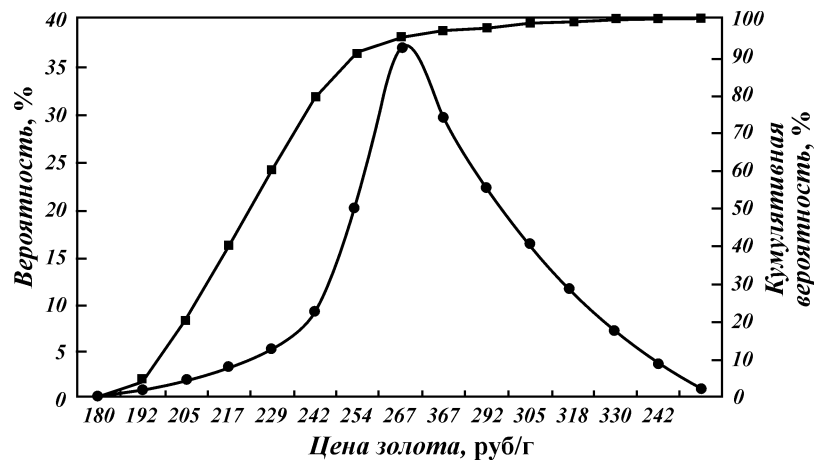
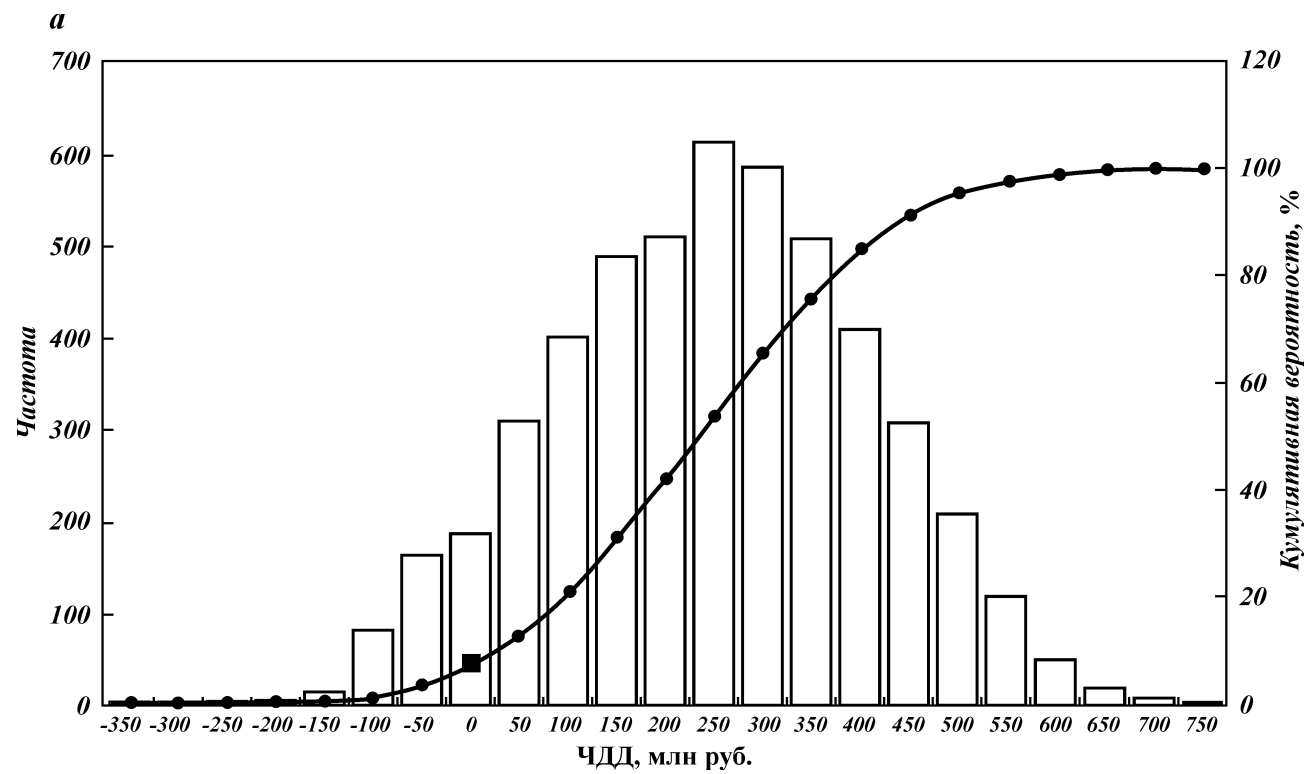


Рис. 13.5. Вероятностная модель для цены на золото для оценки риска методом Монте-Карло

тельный. Стандартное отклонение ЧДД для обоих вариантов минимально в методе Монте-Карло. Величина риска получить нулевой доход (ЧДД = 0) в коммерческом варианте при всех методах примерно одинакова и очень высока (более 90 %). В базовом варианте оценки риска разными методами существенно отличаются. Оценки риска, полученные методом Монте-Карло, оказались следующими: для коммерческого варианта она максимальна, а для базового - минимальна. Таким образом, наиболее точный метод как бы проявляет, усиливает неприемлемость проекта в коммерческом и относительную приемлемость в базовом вариантах.

табл. 13.4

Показатель	Коммерческий вариант			Базовый вариант		
	Метод трех точек	Метод дискретных вероятностей	Метод Монте-Карло	Метод трех точек	Метод дискретных вероятностей	Метод Монте-Карло
Базовое значение ЧДД, млн руб.	-350			251		
Число сценариев	3	729	5000	3	729	5000
Средний ЧДД, млн руб.	-492	-530,08	-378,25	130	75,01	221,90
Стандартное отклонение, млн руб.	386	309	189	317	369	192
Вероятность ЧДД = 0, %	91	92	98	34	41	10



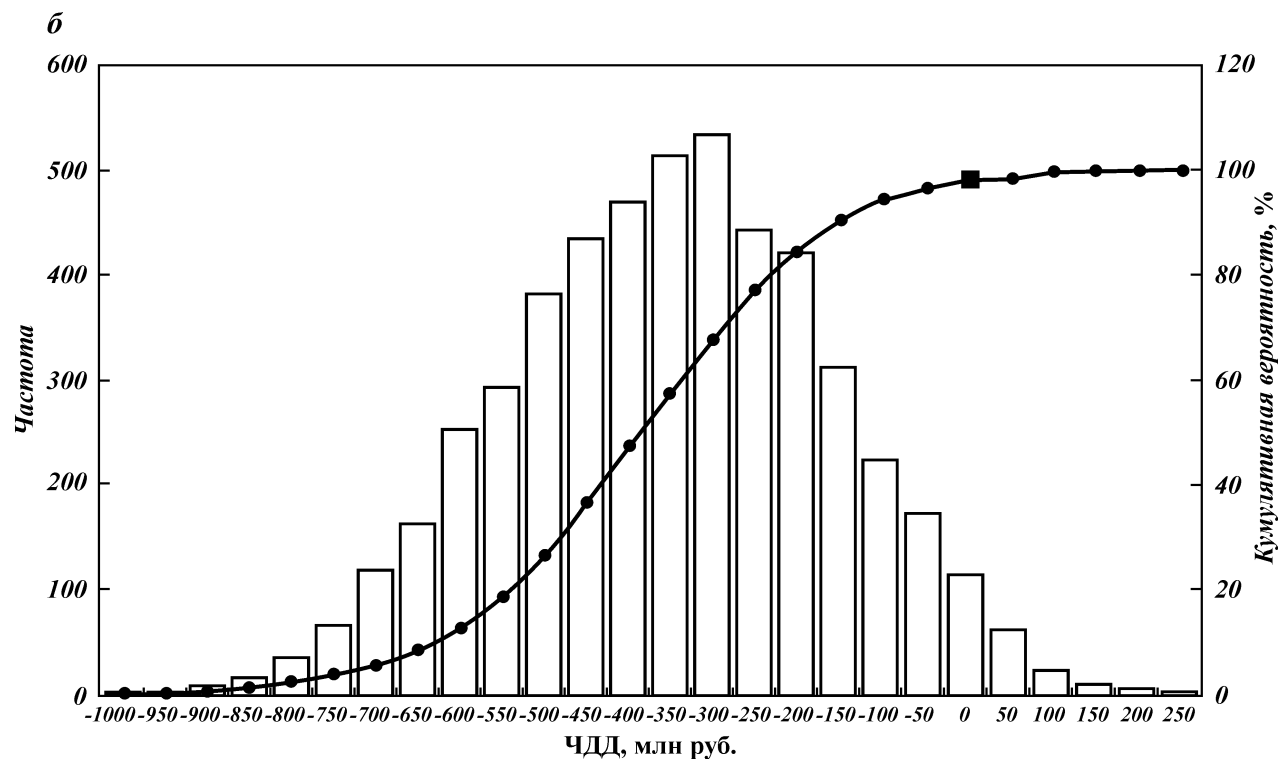


Рис. 13.6. Гистограммы и графики кумулятивных вероятностей значений ЧДД при оценке риска методом Монте-Карло для базового (‡) и коммерческого (·) вариантов. Месторождение Сопка Кварцевая

Хотя риск проекта в базовом варианте и был оценен относительно небольшим, но общая доходность его остается невысокой и в целом месторождение Сопка Кварцевая не представляется объектом, благоприятным для инвестиций.

Приведенный пример показывает неоднозначность оценок риска различными, особенно приближенными методами.

13.4. 01 ÇëiÇà íÖã úç é ëíà è êé Öã íé Ç ä à á á Öç Öç à û à ë ì é Ñç õ ì ÑÅç ç õ ì à ì ëã é Çà â î à ç Åç ë à ê é ÇÅç à ü

Под чувствительностью проекта понимают степень (величину) относительного изменения итоговых экономических показателей (чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и др.) при изменении некоторых исходных характеристик (капитальных вложений, выпуска продукции, цены, затрат, структуры финансирования и т.п.). Анализ чувствительности позволяет выявить исходные параметры или условия, влияние которых на итоговые показатели максимально, и разработать систему мер по оптимизации проекта. Такие меры могут включать уточнение значений некоторых исходных характеристик до начала осуществления проекта, выбор технических решений, в максимальной степени демпфирующих действие негативных факторов, и т.п. Кроме того, выявление наиболее значимых факторов необходимо для оценки рисков, связанных в первую очередь с такими факторами.

При анализе чувствительности необходимо различать два аспекта проблемы: оценку чувствительности проекта к возможным изменениям исходных характеристик объекта, цен на продукцию и других факторов, влияющих в первую очередь на объем выручки и величину затрат, и оценку чувствительности проекта к условиям его финансирования, влияющим на “эффект рычага”, или так называемый левверидж (см. далее, а также гл. 10).

13.4.1. é ñ Öç ä Å 01 ÇëiÇà íÖãúç éë íà èêéÖãíéÇ ä à á á Öç Öç à û à ë ì é Ñ ç õ ì ÑÅç ç õ ì

Такая оценка заключается в анализе зависимостей величины итоговых экономических показателей от изменения тех или иных параметров. Проще всего получить графическое выражение таких зависимостей.

Предположим, что анализируется чувствительность некоторого проекта относительно трех исходных величин:

- капитальных вложений (диапазон возможных колебаний от 12 до 28 млн дол. при расчетном базовом значении 20 млн дол.);

- годовой прибыли (диапазон колебаний от 6 до 14 млн дол. при расчетном базовом значении 10 млн дол.);
- расходов на рекультивацию участка (диапазон колебаний от 1 до 4 млн дол. при базовом значении 2,5 млн дол.).

Результаты расчетов ЧДД и ВНД приводятся в табл. 13.5.

Диаграммы чувствительности проекта к изменению указанных исходных параметров приведены на рис. 13.7. Подобные диаграммы имеют вид лучей, расходящихся от точки, соответствующей базовому значению переменного параметра. Поэтому их называют “лучевыми диаграммами” [3, 14, 17]. Из этого рисунка видно, что для рассматриваемого примера зависимость ЧДД от всех переменных параметров близка к линейной, в то время как для ВНД она имеет отчетливо нелинейный характер. В целом данный проект характеризуется малой чувствительностью к изменению расходов на рекультивацию, но достаточно чувствителен к изменению капитальных вложений и годовой прибыли.

Располагая соответствующей программой, на ПЭВМ можно легко получать подобные диаграммы для любых исходных параметров в любом возможном диапазоне их изменения, в том числе получать зависимости ЧДД или ВНД не от итоговой величины прибыли, а от любых других переменных: эксплуатационных затрат, уровня налогообложения, цен на продукцию и т.д. Для рассмотренного выше примера при анализе рисков золоторудного месторождения Сопка Кварцевая анализируемыми исходными

Таблица 13.5

Исходные параметры			Расчетные экономические показатели			
Параметр	абсолютное значение, млн дол.	отклонение от базового варианта, %	ЧДД		ВНД	
			млн дол.	%	млн дол.	%
Капитальные вложения	12	-40	12,7	170	72,1	122
	15	-25	9,7	106	52,8	63
	20	0	4,7	0	32,4	0
	25	25	-0,3	-106	19,3	-40
	28	40	-3,3	-170	13,4	-59
Годовая прибыль при изменении эксплуатационных затрат	6	-40	-5,2	-211	5,1	-84
	8	-20	-0,01	-100	20,0	-36
	10	0	4,7	0	32,4	0
	12	20	10,3	119	46,1	42
	14	40	15,5	230	58,1	79
Годовая прибыль с затратами на рекультивацию	1,0	-60	5,4	15	33,9	5
	1,5	-40	5,2	11	33,4	3
	2,5	0	4,7	0	32,4	0
	3,5	40	4,2	-11	31,4	(3)
	4,0	60	4,0	-15	30,8	(5)

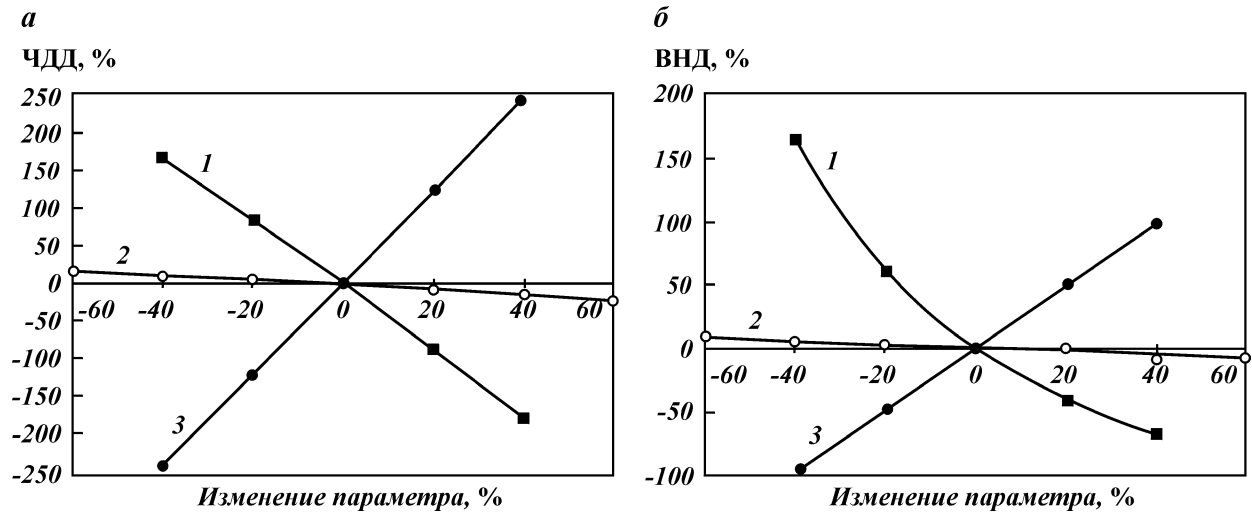
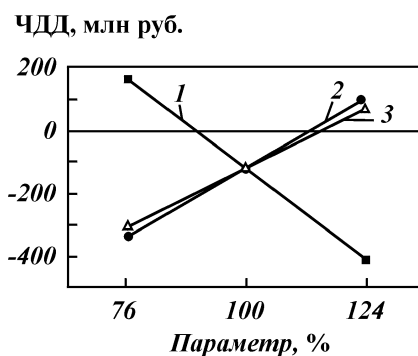


Рис. 13.7. а - ЧДД, б - ВНД, в зависимости от изменения исходных параметров: 1 - капитальных затрат; 2 - затрат на рекультивацию; 3 - годовой прибыли. По [17]

Рис. 13.8. Лучевая диаграмма значений чистого дисконтированного дохода при изменении исходных параметров проекта освоения месторождения Сопка Кварцевая (базовый вариант): 1 - цены на золото; 2 - капитальных затрат; 3 - эксплуатационных затрат



параметрами были цена на золото, размер капитальных вложений и уровень эксплуатационных затрат. Полученные графики чувствительности (рис. 13.8) показывают, что проект наиболее чувствителен к цене на золото и величине капитальных затрат.

Чувствительность проекта к тому или иному параметру может быть выражена количественно через коэффициент $K_{\text{ч}}$:

$$K_{\text{ч}} = (G_{\text{max}} - G_{\text{min}}) / (P_{\text{max}} - P_{\text{min}}),$$

где G_{max} , G_{min} - максимальное и минимальное значения итогового показателя (ЧДД); P_{max} , P_{min} - максимальное и минимальное значения исходного параметра.

Однако такой коэффициент можно вычислять только для линейно меняющихся итоговых показателей.

13.4.2. ЛЕВЕРИДЖ

Если компанией используются собственный и заемный капиталы, а ссудный процент меньше внутренней нормы доходности реализуемых проектов, возникает так называемый эффект финансового рычага, заключающийся в том, что доходность собственного капитала с привлечением заемных средств возрастает (см. раздел 10.4).

Как известно, эффект рычага пропорционален доле заемного капитала. Однако чем выше эта доля, тем выше финансовый риск, так как в случае снижения фактической доходности инвестиций против ожидавшихся необходимость процентных выплат и погашения ссуды поставит компанию в тяжелое положение.

Очевидно, что чувствительность проекта к изменению различных исходных данных может быть различной в зависимости от доли заемного капитала в общих инвестициях. Чем выше доля заемного капитала в проекте и чем выше стоимость этого капитала (процентная ставка), тем резче экономические показатели

проекта будут реагировать на изменение любых исходных данных. Можно, таким образом, говорить о чувствительности проекта к структуре используемого капитала и решать проблему оптимизации условий финансирования, анализируя эту чувствительность.

Возможность воздействия на экономику предприятия посредством изменения структуры используемого капитала называют леввериджем [3]. Буквальное значение английского leverage - действие (эффект) рычага, подъемная сила. Иногда этот термин используют и в более широком смысле, различая *финансовый левверидж*, отвечающий приведенному выше определению, и *производственный левверидж*, под которым понимают возможность воздействия на прибыль посредством изменения структуры себестоимости и объема производства [3].

Метод производственного леввериджа сходен с анализом чувствительности методом лучевых диаграмм, однако анализируемым итоговым показателем в нем является *валовая прибыль* (прибыль до уплаты налогов и выплаты дивидендов по акциям), а анализируемым параметром - *объем реализуемой продукции*.

Коэффициентом производственного леввериджа L_n называют отношение

$$L_n = \Delta P / \Delta Q,$$

где ΔP - прирост валовой прибыли, %; ΔQ - прирост объема продаж в натуральном выражении или в %.

Рассмотрим метод производственного леввериджа на примере проекта освоения месторождения песчано-гравийной смеси - ПГС (по Г.Ю. Боярко). Эксплуатация месторождения возможна с использованием трех технологий: с бульдозерно-скреперной выемкой, экскаваторной выемкой и гидроразрывом с помощью землесосных снарядов, причем себестоимость добычи при всех трех способах одинакова, хотя структура затрат различна. Анализируются также два варианта производительности - 3000 и 3600 м³/мес. Данные расчетов сведены в табл. 13.6.

Как видно из этой таблицы, наибольшее значение коэффициента леввериджа достигается при такой технологии добычи, при которой отношение постоянных расходов к переменным максимально. Каждый процент прироста объема реализации при существующей структуре издержек обеспечивает прирост валовой прибыли при бульдозерно-скреперной отработке на 3 %, при экскаваторной на - 4,3 %, а при использовании земснаряда - на 6 %. Соответственно, при спаде производства прибыль при добыче земснарядом будет сокращаться вдвое быстрее, чем при бульдозерно-скреперном способе. При этом безубыточный объем про-

Таблица 13.6

Технико-экономические показатели	Способ отработки		
	бульдозерно-скреперный	экскаваторный	земснарядом
Цена реализуемой ПГС, руб/м ³	800	800	800
Себестоимость, руб/м ³	500	500	500
Сумма постоянных затрат, тыс. руб/мес.	1000	1250	1500
Объем производства, м ³ /мес.:			
вариант 1	3000	3000	3000
вариант 2	3600	3600	3600
Прирост производства, %	20	20	20
Выручка, тыс. руб.:			
вариант 1	2400	2400	2400
вариант 2	2880	2880	2880
Сумма затрат, тыс. руб.:			
1 вариант	1900	2000	2100
2 вариант	2080	2150	2220
Прибыль валовая, тыс. руб./мес.:			
1 вариант	500	400	300
2 вариант	800	730	660
Прирост прибыли, %	60	82,5	120
Коэффициент левериджа, %	3	4,3	6
Безубыточный объем продаж, м ³	2000	2273	2500

даж, т.е. объем продаж, покрывающий постоянные затраты, окажется на 25 % больше. Следовательно, в условиях нестабильного спроса на продукцию (спрос на ПГС подвержен сезонным и другим колебаниям) эксплуатация месторождения с помощью земснаряда является более рискованной, несмотря на более низкие эксплуатационные издержки.

Анализ левериджа также удобно отображать графически. При этом по абсциссе откладывается объем производства, а по ординате - относительная величина прибыли. Крутизна наклона получаемых графиков, отражая зависимость прироста прибыли от прироста объема производства, одновременно отражает и производственный риск. Точки пересечения графиков с нулевой ординатой показывают уровень безубыточной реализации продукции (рис. 13.9).

Аналогичная картина производственного левериджа наблюдается, по данным Г.Ю. Боярко [3], на россыпных месторождениях с производственными издержками, близкими к замыкающим, при сравнении технологий открытой раздельной добычи песков и дражной разработки. Использование менее рентабельной раздельной добычи может быть здесь также предпочтительнее дражной отработки, для которой производственные риски в связи с меньшим запасом финансовой устойчивости оказываются большими.

Метод финансового левериджа заключается в анализе

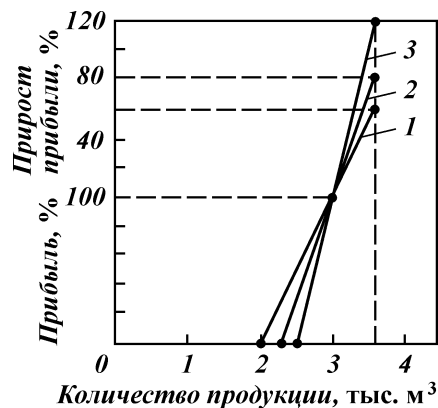


Рис. 13.9. Графики зависимости относительной прибыли от объема производства при различных способах отработки (производственного леввериджа) на месторождении песчано-гравийной смеси. По Г.Ю. Боярко [3]:
 1 - 3 - отработка бульдозерно-скреперным способом (1), экскаваторами (2) и земснарядом (3)

влияния на прибыль структуры используемого капитала. Коэффициент финансового леввериджа L_{ϕ} находится из отношения

$$L_{\phi} = \Delta\Pi_{\text{ч}} / \Delta\Pi,$$

где $\Delta\Pi_{\text{ч}}$ и $\Delta\Pi$ - прирост чистой и валовой прибыли, %.

Этот коэффициент показывает, во сколько раз темпы прироста чистой прибыли превышают темпы прироста прибыли валовой. Изменение отношения чистой прибыли к валовой определяется отношением заемного и собственного капитала при осуществлении проекта. Меняя это соотношение, можно менять уровень доходности собственного капитала. При этом возрастание финансового леввериджа сопровождается увеличением финансового риска, связанного с возможной нехваткой средств для обслуживания кредита.

Анализ финансового леввериджа рассмотрим на следующем примере. Пусть сравниваются три предприятия с одинаковым общим капиталом и одинаковыми диапазонами колебания величины валовой прибыли, но с разной долей заемного капитала при единой 10%-ной ставке (табл. 13.7).

Как видно из этой таблицы, если предприятие не использует заемных средств, "эффект рычага" отсутствует и изменение валовой прибыли на 1 % дает такой же прирост чистой прибыли, а коэффициент леввериджа равен 1. При частичном использовании заемного капитала рентабельность собственного капитала увеличивается, т.е. увеличивается эффективность использования собственных средств. Коэффициент леввериджа при этом становится тем выше, чем больше доля заемного капитала используется. Однако одновременно увеличивается и вариация рентабель-

Таблица 13.7

Показатели	Предприятие								
	1			2			3		
Общий капитал, усл. ед.	1000								
Доля заемного капитала, %	0			50			75		
Валовая прибыль, усл. ед.	180	200	220	180	200	220	180	200	220
Выплата процентов по кредиту, усл. ед.	–	–	–	50	50	50	75	75	75
Налог на прибыль (ставка 30 %), усл. ед.	54	60	66	39	45	51	31,5	37,5	43,5
Чистая прибыль, усл. ед.	126	140	154	91	105	119	74,5	87,5	101,5
Рентабельность к собственному капиталу (РСК), %	12,6	14	15,4	18,2	21	23,8	29,8	35	40,6
Размах РСК, %	2,8			5,6			10,8		
Прирост валовой прибыли, %	–10	0	+10	–10	0	+10	–10	0	+10
Прирост чистой прибыли, %	–10	0	+10	–13,3	0	+13,3	–16	0	+16
Коэффициент финансового левериджа	1,0			1,33			1,6		

ности собственного капитала и прироста чистой прибыли. Таким образом, стремление повысить эффективность использования собственного капитала путем займа ведет к повышению риска.

Графическое отображение полученных характеристик приведено на рис. 13.10, на котором крутизна наклона графиков к оси абсцисс отражает сравнительную эффективность использования

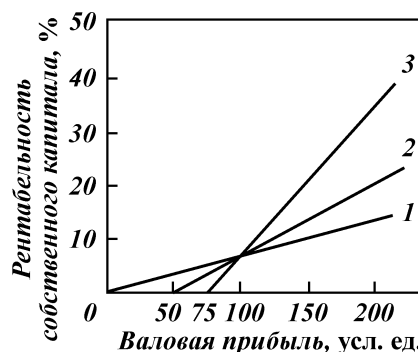


Рис. 13.10. Графики зависимости рентабельности собственного капитала от структуры общего используемого капитала (финансовый леверидж). По Г.Ю. Боярко [3]:
1 - 100% собственного капитала; 2 - 50 % заемного капитала; 3 - 75 % заемного капитала

собственного капитала. Однако увеличение крутизны сопровождается сдвигом точки безубыточности от нулевого значения валовой прибыли в область все больших ее положительных значений, что указывает на соответствующее возрастание риска.

Анализ лeverиджа может быть выполнен и в обобщающей, производственно-финансовой форме. Пусть, например, прирост объема продаж составляет 20 %, валовой прибыли - 60 %, чистой прибыли - 75 %. Тогда коэффициент производственно-финансового лeverиджа $L_{п.ф}$ составит

$$L_{п.ф} = L_{п.ф} = (60/20) \times (75/60) = 3,75.$$

Соответственно на данном предприятии увеличение объема производства на 1 % обеспечивает прирост чистой прибыли на 3,75 %. В такой же степени будет снижаться чистая прибыль при спаде производства.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Перевод англо-американских единиц измерения в метрические

Длина		Масса	
1 миля	1,609 км	1 фунт	0,4536 кг
1 фут	0,3048 м	1 длинная тонна	1016,26 кг
1 дюйм	2,534 см	1 короткая тонна	907,44 кг
Объем		1 тройская унция	31,1 г
1 куб. фут	28,32 л	Давление	
1 англ. галлон	4,54 л	фунт/кв. дюйм	0,145 кПа = = 0,068 атм
1 галлон USA	3,78 л		
1 баррель	158,9 л		
Площадь		Температура	
1 кв. фут	0,093 м ²	°F (градус Фаренгейта)	°C = 32 - t°F / 0,555 (градус Цельсия)
1 кв. миля	2,591 км ²		
1 акр	0,414 га		

Приложение 2

Наиболее распространенные англоязычные аббревиатуры

Аббревиатура	Значение	Аббревиатура	Значение
BCF	миллиарды куб. футов	mcf	тыс. куб. футов
CPI	индекс потребительских цен	mcf/gpd	тыс. куб. футов в сутки
bbl	баррель	mmbbl	миллион баррелей
bord	баррелей в сутки	NPV	чистый дисконтированный доход
IRR	внутренняя норма прибыли	PER	отношение рыночной цены акции к дивиденду
lb	фунты (масса)		

Приложение 3

Коэффициенты пересчета масс энергоносителей в условное топливо

Топливо	Пересчетные коэффициенты
Любое	[Удельная теплота сгорания в ккал/т (м ³)] · 1 / 7000 ккал/т
Нефть	В среднем 1,4 т/т
Газ	1,2 м ³ /т
Кокс	0,93 т/т
Уран (природный)	3 · 10 ⁴ т/т

Приложение 4

Перечень товарных бирж, осуществляющих операции с минерально-сырьевыми товарами

Страна, город	Биржа	Электронная почта, веб-страница
Австралия, Сидней	Сиднейская биржа Sydney Futures Exchange (SFE)	sfe@hutch.com.au http://www/sfe.com.au
Австрия, Вена	Австрийская биржа Austrian Futures & Options Exchange (Oesterreichische Termin Und Optionenbourse; ОТОВ)	contactperson@otob.ada.at http://www.wbad.at
Бельгия, Брюссель	Бельгийская биржа Belgian Futures & Options Exchange (BELFOX)	marketing@belfox/be http://www.belfox.be
Бразилия, Сан-Паулу	Товарная биржа Сан-Паулу The Commodities & Futures Exchange (Bolsa de Mercadoris & Futures; BM&F)	webmaster@bmf.com.br http://www.bmf.com.br
Великобритания, Лондон	Международная нефтяная биржа International Petroleum Exchange of London Ltd (IPE) Лондонская биржа благородных металлов London Bullion Market Association (LBMA) Лондонская биржа металлов London Metal Exchange (LME) Лондонская товарная биржа London Commodity Exchange (LCE) Балтийская биржа The Baltic Exchange	busden@ipe.uk.com http://www.ipe.uk.com mail@lbma.org.uk http://www.lbma.org.uk lsnow@lmetal.netkonect.co.uk http://www.lme.co.uk http://www.liife.com Enquiries@balticexchange.co.uk http://www.balticexchange.co.uk http://www.exchange.de
Германия, Франкфурт-на-Майне Гонконг	Немецкая биржа Deutsche Terminbourse (DTB) Биржа Гонконга Hong Kong Futures Exchange Ltd (HKFE)	prm@hfke.com http://www.hkfe.com
Канада, Виннипег	Товарная биржа Виннипега Winnipeg Commodity Exchange (WCE)	wce@wce.mb.ca http://www.wce.mb.ca
Канада, Монреаль	Биржа Монреаля Montreal Exchange (Bourse de Montreal; ME)	info@me.org http://www.me.org
Канада, Торонто	Биржа Торонто Toronto Futures Exchange (TFE)	
Китай, Шанхай	Шанхайская биржа зерна и нефти Shanghai Cereals and Oils Exchange	

Продолжение прил. 4

Страна, город	Биржа	Электронная почта, web-страница
Китай, Хайкоу провинции Хайнань	Китайская товарная биржа China-Commodity Futures Exchange, Inc of Hainan (CCFE)	
Китай, Пекин	Товарная биржа Пекина Beijing Commodity Exchange (BCE)	
Нидерланды, Амстердам	Амстердамская биржа AEX-Options Exchange (AEX)	http://www.aex-optiebeurs.ase.nl
Россия, Москва	Российская биржа Russian Exchange Московская товарная биржа Межреспубликанская универсальная торговая биржа в Москве Inter-Republican universal commodity Exchange in Mosckow Центральная Российская универсальная биржа (ЦРУБ) Central Russian universal Exchange Московская нефтяная биржа (МНБ) Московская биржа цветных металлов Moscow Non-Ferrous Metals Exchange (MNFME) Биржа металлов Горно-геологическая биржа (Геобиржа)	http://www.re.ru/ mce@mail.ru http://www.mmb.ru/ http://www.crub.aric.ru/ www.mnfme.ru
Россия, Санкт-Петербург	Товарно-фондовая биржа "Санкт-Петербург" (SPBEX)	http://www.spbex.ru/Sespb/Default.htm
Россия, Екатеринбург	Свердловская товарная биржа	
Россия, Нижневартовск	Нижневартовская нефтяная биржа	
Россия, Новосибирск	Сибирская товарная биржа	
Россия, Красноярск	Красноярская универсальная товарно-фондовая биржа "Тройка"	
Россия, Владивосток	Дальневосточная товарно-фондовая биржа	
США, Чикаго	Чикагская товарная биржа Chicago Mercantile Exchange (CME)	info@cme.com. http://www.cme.com

Продолжение прил. 4

Страна, город	Биржа	Электронная почта, веб-страница
США, Нью-Йорк	Нью-Йоркская торговая биржа New-York Mercantile Exchange (NYMEX)	marketing@nymex.com http://www.nymex.com
США, Чикаго	Среднеамериканская товарная биржа MidAmerican Commodity Exchange (MIDAM)	comments@cbot.com http://www.midam.com
Франция, Париж	Парижская товарная биржа Marche des Options Negotiables de Paris (MONEP) Французская товарная биржа Marche a Terme International de France (MATIF)	http://www.monep.fr larrede@matif.fr http://www.matif.fr
Швеция, Стокгольм	Шведская (Стокгольмская) биржа The Swedish Futures and Options Market (OM Stockholm AB; OMS)	http://www.omgroup.com
Швейцария, Цюрих	Швейцарская биржа Swiss Options & Financial Futures Exchange AG (SOFFEX)	webmaster@swx.ch http://www.bourse.ch
ЮАР, Йоханнесбург	Южно-Африканская биржа South African Futures Exchange (SAFEX)	jani@icon.co.za http://www.safex.co.za
Япония, Токио	Токийская международная биржа Tokyo International Financial Futures Exchange (TIFFE)	http://www.tiffe.or.jp

Приложение 5

Диапазоны мировых цен на минеральное сырье и производимые продукты (данные 1998–1999 гг.)

Минеральное сырье и продукты его передела	Цена, дол. 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
Железные руды и концентраты, т	20 – 30
Чугун, т	105 – 230
Сталь, т	700 – 3500
Хромитовые руды и концентраты, т	40 – 140

Продолжение прил. 5

Минеральное сырье и продукты его передела	Цена, дол. США
Феррохром, кг	1,0 – 1,2
Хром электролитический, кг	7,4 – 7,5
Марганцевые руды, т	2010
Марганец электролитический, кг	1,2 – 1,4
Ванадия пентоксид, кг	4,5 – 10,5
Феррованадий, кг	7 – 19
Титановое сырье, т	200 – 235
Ильменитовый концентрат, т	75 – 325
Рутиловый концентрат, т	490 – 900
Титановый шлак, т	200 – 300
Титановые белила, т	1750 – 2500
Титановая губка, кг	5 – 9
Титан в слитках, кг	9,0 – 9,5
Алюминиевое сырье: бокситы, т	70 – 170
нефелин, т	27 – 30
Глинозем, т	185 – 250
Алюминий металлический, т	1300 – 2000
Магний металлический, кг	2,4 – 3,9
Медный концентрат, т	150 – 300
Медь рафинированная, кг	2 – 2,5
Никелевые руды и концентраты, т	500 – 700
Никелевый штейн, т	1500 – 2000
Никель необработанный, кг	4,5 – 8,1
Кобальтовые руды и концентраты, т	300 – 1000
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	1000 – 1350
Молибденовый концентрат, кг	5 – 6
Ферромolibден, кг	10,5 – 11,5
Вольфрамовый концентрат: вольфрамитовый, т	2100 – 2400
шеелитовый, т	1900 – 2200
Вольфрам металлический, кг	5,5 – 9,0
Оловянный концентрат, т	2250 – 3750
Олово металлическое, кг	5,5 – 9
Сурьмяный концентрат, т	1500 – 2000
Сурьма металлическая, кг	2,8 – 3,1
Мышьяк металлический, кг	0,6 – 1,2
Ртуть металлическая, кг	4,5 – 5,5
Циркониевое сырье: циркониевый концентрат, т	350 – 425
бадделейтовый концентрат, т	1500 – 2500

Продолжение прил. 5

Минеральное сырье и продукты его передела	Цена, дол. США
Циркониевая губка, кг	20 – 27
Циркониевый порошок, кг	150 – 350
Бериллий металлический, кг	900 – 920
Тантал-ниобиевое сырье: танталитовый концентрат, т	75 – 90
колумбитовый концентрат, т	6 – 7
пирохлоровый концентрат, т	6 – 6,5
оловянные шлаки, т	2 – 2,5
Пентоксид тантала, кг	60 – 85
Ниобий металлический, кг	15 – 17
Феррониобий, кг	17 – 18
Редкоземельное сырье: бастнезитовый концентрат, кг	2,5 – 3,0
монацитовый концентрат, кг	0,35 – 0,45
ксенотимовый концентрат (60 % Y_2O_3), кг	30 – 35
Мишметалл, кг	10 – 15
Церий металлический, кг	13 – 40
Самарий металлический, кг	55 – 65
Диспрозий металлический, кг	60 – 140
Итрий металлический, кг	70 – 85
Иттербий металлический, кг	250 – 320
Тербий металлический, кг	330 – 700
Оксид европия, кг	220 – 240
Оксид лютеция, кг	1500 – 2500
Кадмий, кг	0,5 – 4,0
Литиевое сырье: петалитовый концентрат (3,5 – 4,5 % Li_2O), т	145 – 215
сподуменовый концентрат (4 – 7 % Li_2O), т	175 – 410
Карбонат лития, кг	4 – 5
Гидроксиды лития, кг	5 – 6
Литий металлический, кг	80 – 110
Рубидий, г	45 – 80
Цезий, г	45 – 65
Индий, кг	300 – 450
Галлий, кг	550
Таллий, кг	1450
Германий, кг	1400 – 1700
Висмут, кг	6,6 – 9,0
Селен, кг	2,5 – 8,2
Теллур, кг	45 – 50
Скандий, кг	18 000
Гафний, кг	180 – 190
Рений, кг	900 – 1500
Бром, т	400 – 500
Йод, т	700 – 900

Продолжение прил. 5

Минеральное сырье и продукты его передела	Цена, дол. США
Гелий, м ³	1700 – 1800
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, кар: ювелирные камни технические алмазная крошка	90 – 250 1 – 8 0,5 – 1,0
Янтарь, г	1,4 – 1,6
Нефрит, кг	20 – 30
Лазурит, кг	60 – 150
Малахит, кг	25 – 30
Чароит, кг	15 – 70
Мамонтовая кость, кг	130 – 150
Калийные соли (товарные), т	95 – 125
Соль поваренная, т	15 – 30
Фосфориты и апатитовый концентрат, т	40 – 60
Бораты, т	280 – 340
Серный колчедан, т Сера самородная, т	8 – 10 20 – 90
Флюорит, т	100 – 225
Каменная соль, т	35 – 70
Гипс и ангидрит, т	7 – 17
Барит и витерит, т	25 – 60
Графит, т	220 – 1100
Асбест, т	150 – 1500
Тальк и пирофиллит, т	105 – 375
Магнезит и брукит, т	10 – 250
Слюда (мусковит, флогопит), т	190 – 5600
Вермикулит, т	130 – 260
Корунд абразивный, т	350 – 360
Гранаты промышленные (абразивные и поделочные), т	50 – 2000

Продолжение прил. 5

Минеральное сырье и продукты его передела	Цена, дол. США
Глины легкоплавкие, т	5 – 6
Глины тугоплавкие, т	18 – 22
Каолин, т	75 – 115
Бентонит, т	30 – 140
Полевые шпаты, т	40 – 180
Диатомиты, трепелы, опоки, т	200 – 500
Известняк, т	30 – 70
Щебень, м ³	5 – 15
Песок и гравий, м ³	3 – 7

Приложение 6

Основные периодические издания по вопросам горного бизнеса и адреса их электронных версий

Журнал	Страна	Web-страница, E-mail адрес
Минеральные ресурсы России. Экономика и управление (Mineral Resources of Russia. Economics and Management)	Россия	http://www.geoinform.ru/
Нефтяное хозяйство (Neftyanoe Khozyaistvo)	“	http://www.oil-industry.ru/rus/
Нефть России (Neft Rossii, Journal)	“	http://press.lukoil.ru/new.phtml
Нефть и Капитал (Neft i Kapital)	“	oilmoney@cityline.ru
Нефтегазовая вертикаль (Oil and Gas Vertical)	“	http://www.ngv.ru/magazin/
Горная промышленность (Gornaya Promyshlennost Magazine. Mining Industry)	“	
Горный журнал (Mining Journal)	“	http://www.rusmet.ru/miniournal
Уголь (Coal)	“	http://www.rosugol.ru/rosugol/levn.html
Черные металлы (Ferrous Metals)	“	http://www.rusmet.ru/ferromet/
Черная металлургия	“	http://www.rusmet.ru/chermet-inform
Цветные металлы (Nonferrous Metals)	“	http://www.rusmet.ru/nonferromet/
Цветная металлургия	“	http://www.rusmet.ru/tsvetmet
Драгоценные металлы и драгоценные камни (Precious Metals Precious Stones. PM/PS)	“	http://www.jeweller.ru/dmdk/
Металлы Евразии	“	http://www.rusmet.ru/evrazmet/
Строительные материалы	“	http://www.ntl.ru/rifsm/Main.htm
Бетон и железобетон	“	

Продолжение прил. 6

Журнал	Страна	Web-страница, E-mail адрес
Цемент	“	
Стекло и керамика	“	
Огнеупоры и техническая керамика	“	http://www.rusmet.ru/ogneupor/
Металл Украины (Ukraine Metal)	Украина	http://www.business.dp.ua/mr/mur.htm
Oil&Gas Journal–O&GJ (Нефть и газ. Международный журнал)	Великобритания	http://www.ogj.pennwellnet.com
Mining Journal–MJ (Горный журнал)	“	http://www.mining-journal.com
Engineering & Mining Journal–E&MJ (Международный горный технологический журнал)	“	http://www.e-mi.com
Industrial Minerals and Asian Ceramics IM&AS (Нерудное и керамическое сырье)	“	http://www.mineralnet.co.uk
Pit & Quarry (Рудник и карьер)	“	http://www.pitandquarry.com
Coal Age (Уголь)	“	http://www.coalage.com
Miners News – MN (Горные новости)	“	http://www.minersnews.com
Mining Business Digest–MBD (Обзор горного бизнеса)	“	http://www.mining.com
World Gold Council (Всемирный совет по золоту)	“	http://www.gold.org
World Minerals (Нерудное сырье)	“	http://www.worldminerals.com
Publishing Worls Inc (Публикация по минеральному сырью Канады)	Канада	http://www.publishingworld.com
Quarry (Australia-Malaysia-New Zealand) (Рудники (Австралия и Юго-Восточная Азия))	Австралия	http://www.phoenixmags.com.au/quarry
Геологическое изучение недр и водопользование	Россия	
Мир благородных металлов	“	
Обогащение руд	“	http://www.resmet.ru/benefores
Разведка и охрана недр	“	
Mineralium Deposita (Минеральные месторождения)	Германия	http://link.springer-ny.com
Руды и металлы	Россия	l-mail.link@springer-ny.com

Приложение 7

Ставки вывозных таможенных пошлин на минеральное сырье (по состоянию на 01.01.2001 г.)

Сырье	Ставка, %	Источник права
Газ каменноугольный и генераторный, смолы каменноугольные, нефть из битуминозных материалов, битум, асфальт	5	ПП РФ № 798 от 12.07.1999 г.
Газ природный в газообразном состоянии	5	ПП РФ № 1403 от 09.11.1999 г.
Газ сжиженный	27 евро/т	ПП РФ № 1232 от 17.12.1999 г.

Продолжение прил. 7

Сырье	Ставка, %	Источник права
Нефть сырая и нефтепродукты сырые	27 евро/т	ПП РФ № 185 от 02.03.2000 г.
Легкие и средние дистилляты нефти, газойли (дизельное топливо)	32 евро/т	ПП РФ № 778 от 12.10.2000 г.
Мазут	27 евро/т	
Алюминий, черные металлы и минеральные удобрения	5	ПП РФ № 1198 от 28.10.1999 г.
Лом черных металлов	15	
Отходы и лом Cu, Ni, Al, Pb, Co, Ti	30	
Флюорит	15	ПП РФ № 1334 от 04.12.1999 г.
Соль и хлорид натрия, пирит, сера, графит, песок, каолин, глины, фосфаты, барит, карбонаты, песчано-гравийная смесь, горные породы (мрамор, гранит и др.), гипс, известь, асбест, слюда, полевой шпат, нефелин, руды и концентраты Mn, Cu, Ni, Co, Al, Pb, Zn, Sn, W, U, Th, Mo, Ti, Nb, Ta, V, Zr, Au, Ag, других благородных металлов, зола, шлак, дрос	6,5	ПП РФ № 1358 от 08.12.1999 г.
Цинк	10	
Золото	5	ПП РФ № 1364 от 09.12.1999 г.
Кокс, щелочные и щелочноземельные металлы, оксиды и гидроксиды Al, драгоценные металлы (кроме Au), драгоценные и полудрагоценные камни, природный жемчуг, Pb, Sn	6,5	
Cu, Ni, W, Mo, Ta, Bi, Cd, Ti, Zr, Sb, Mn, Be, Cr, Ge, Ga, Gf, In, Nb, Re, Ta	10	
Штейн и агломераты Ni, необработанный Ni	10	ПП РФ № 185 от 02.03.2000 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Основные понятия и технологии горнопромышленного производства	5
1.1. Основные понятия минерально-ресурсной отрасли.....	5
1.2. Основные технологии добычи минерального сырья.....	8
1.2.1. Добыча твердых полезных ископаемых.....	8
1.2.2. Добыча нефти, газа и подземных вод.....	19
1.3. Превращение минерального сырья в товарные продукты.....	21
1.4. Товарные продукты горнопромышленного производства.....	26
1.5. Определение оптимальной производительности горнодобывающих комплексов.....	30
Глава 2. Особенности экономики минерально-сырьевой отрасли	35
2.1. Структура горнодобывающих комплексов.....	35
2.2. Понятие горной ренты.....	36
2.3. Особенности экономики горных предприятий.....	38
2.4. Особенности рынков минерально-сырьевой продукции.....	39
2.5. Особенности конкуренции в горном бизнесе.....	42
2.6. Организационные формы горных предприятий.....	44
Глава 3. Подготовка исходных данных горных проектов	49
3.1. Общий порядок и стадийность геологического изучения недр.....	49
3.2. Методы и технические средства геологического изучения недр при оценке и разведке месторождений.....	54
3.3. Опробование и анализы проб.....	60
3.4. Подсчет запасов твердых полезных ископаемых.....	63
3.4.1. Технология подсчета запасов.....	64
3.4.2. Геостатистические методы подсчета запасов: крикинг.....	67
3.5. Подсчет запасов нефти, газа и подземных вод.....	69
3.6. Классификация запасов.....	71
3.7. Экспертиза геологических материалов.....	78
Глава 4. Факторы, влияющие на экономическую оценку месторождений	93
4.1. Запасы (ресурсы) месторождений.....	93
4.2. Качество минерального сырья.....	96
4.2.1. Показатели оценки качества.....	96
4.2.2. Влияние качественных характеристик на оценку месторождений.....	100
4.2.3. Изменение качества сырья в процессе добычи.....	102
4.3. Технологические свойства сырья.....	103
4.4. Горно-технические условия эксплуатации.....	105
4.5. Географо-экономические и экологические условия районов расположения месторождений.....	107
Глава 5. Кондиции на минеральное сырье и их влияние на запасы и средние содержания	111

5.1. Назначение кондиций	111
5.2. Основные показатели кондиций и их расчетное обоснование	113
5.2.1. Основные показатели кондиций и принципы их определения.....	113
5.2.2. Особенности обоснования лимитных содержаний в различных условиях	118
5.3. Некоторые погрешности, возникающие при использовании оконтуривающих лимитов кондиций.....	119
Глава 6. Общая методология экономической оценки месторождений и расчет доходов от эксплуатации.....	123
6.1. Стадийность экономической оценки.....	123
6.2. Оценка дохода (выручки) от реализации продукции и определение цен на сырье и концентраты.....	128
6.3. Условия реализации продукции и виды цен	132
6.4. Фьючерсные рынки и фьючерсные цены.....	134
6.5. Фьючерсные контракты с золотом	137
6.6. Определение цены продукции при оценке месторождений и горных проектов	139
6.7. Проблема анализа конъюнктуры и прогноза цен.....	141
6.8. Учет обменных курсов валют при оценке мультивалютных проектов.....	142
Глава 7. Оценка затрат, связанных с реализацией горных проектов	145
7.1. Капитальные и эксплуатационные затраты	145
7.2. Оценка капитальных и эксплуатационных затрат.....	148
7.3. Способы приближенной оценки затрат	150
7.4. Способы уточненной оценки затрат	154
Глава 8. Налогообложение хозяйственной деятельности при недропользовании	158
8.1. Общие принципы налогообложения при недропользовании.....	158
8.2. Основные виды налогов и платежей при недропользовании в России.....	160
8.2.1. Налоги и платежи, включаемые в себестоимость продукции.....	161
8.2.2. Налоги и платежи, уплачиваемые недропользователями в соответствии с общим налоговым законодательством.....	164
8.2.3. Налоги и платежи из прибыли.....	166
8.2.4. Налоги, начисляемые сверх установленной цены продукции	167
8.3. Налоговые льготы	169
8.4. Особенности налогообложения предприятий, созданных на основе соглашений о разделе продукции	171
Глава 9. Правовые основы недропользования в России	173
9.1. Основные положения и акты горного права	173
9.2. Система пользования недрами	175
9.2.1. Предоставление недр в пользование	176
9.2.2. Условия недропользования.....	182
9.2.3. Прекращение права пользования недрами.....	184
9.3. Контроль и надзор за использованием недрами.....	185
Глава 10. Финансирование горных проектов	188
10.1. Акционерный капитал.....	188
10.2. Заемный капитал.....	190
10.3. Финансирование на условиях раздела продукции	193
10.4. Эффект финансового рычага	195
Глава 11. Временная стоимость денег. Показатели эффективности инвестиций	197

11.1. Принцип дисконтирования при оценке инвестиционных проектов и некоторые его следствия	197
11.2. Показатели экономической эффективности инвестиционных проектов	200
11.2.1. Основные показатели экономической эффективности инвестиций	200
11.2.2. Способы расчета показателей экономической эффективности	201
11.2.3. Пример расчета показателей экономической эффективности горного проекта.....	203
11.2.4. Некоторые дополнительные показатели эффективности	206
11.3. Определение ставки дисконтирования.....	207
Глава 12. Оценка экономических показателей проектов с учетом динамики денежных потоков и принципы отбора проектов для реализации.....	211
12.1. Денежные потоки и их доходные и расходные составляющие.....	211
12.2. Моделирование денежных потоков (пример расчетов).....	215
12.3. Влияние особенностей динамики денежных потоков на экономические показатели проектов.....	221
12.4. Влияние дискретности аппроксимации денежных потоков	223
12.5. Принципы отбора лучших проектов.....	225
12.6. Оценка стоимости горных компаний	228
Глава 13. Анализ рисков и устойчивости горных проектов.....	230
13.1. Понятия риска и устойчивости инвестиционных проектов.....	230
13.2. Методы анализа риска	232
13.2.1. Метод точечных оценок параметров	233
13.2.2. Метод дискретных вероятностей (дерева вероятных исходов)	235
13.2.3. Методы моделирования распределений случайных величин	237
13.3. Пример практического применения различных методов оценки риска	238
13.4. Чувствительность проектов к изменению исходных данных и условий финансирования.....	246
13.4.1. Оценка чувствительности проектов к изменению исходных данных.....	246
13.4.2. Леверидж.....	249
Список литературы.....	255
Приложения:	256
1. Перевод англо-американских единиц измерения в метрические.....	256
2. Наиболее распространенные англоязычные бизнес-аббревиатуры	256
3. Коэффициенты пересчета масс энергоносителей в условное топливо.....	256
4. Перечень товарных бирж, осуществляющих операции с минерально-сырьевыми товарами.....	257
5. Диапазоны мировых цен на минеральное сырье и производимые продукты (данные 1998–1999 г.).....	259
6. Основные периодические издания по вопросам горного бизнеса и адреса их электронных версий.....	263
7. Ставки вывозных таможенных пошлин на минеральное сырье (по состоянию на 01.01.2001 г.).....	264

ë è à ë é ä ã à í ÖêÄíì êõ

1. *Алискеров В.А., Заверткин В.Л.* Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. М.: Геоинформмарк, 1998.
2. *Астахов А.С.* Экономика разведки, добычи и переработки полезных ископаемых (Геоэкономика). - М.: Недра, 1991.
3. *Боярко Г.Ю.* Экономика минерального сырья. - Томск: Аудит-Информ, 2000.
4. *Боярко Г.Ю.* Основы горного права России. - Томск: изд. ТПУ, 2000.
5. *Гагут Л.Д.* СНГ: новый путь развития в XXI веке. - М.: Русь, 2000.
6. *Гатов Т.А.* Экономическая оценка месторождений цветных металлов. - М.: Недра, 1975.
7. *Гудалин Г.Г.* Предпроектная экономическая оценка рудных месторождений. - М.: Недра, 1967.
8. *Дергачев А.Л., Хилл Дж., Казаченко Л.Д.* Финансово-экономическая оценка минеральных месторождений. - М.: изд-во МГУ, 2000.
9. *Козловский Е.А.* Минерально-сырьевые проблемы России накануне XXI века: Состояние и прогноз. - М.: изд-во РАЕН, 1999.
10. *Певзнер М.Е.* Горное право. - М.: изд-во МГГУ, 1997.
11. *Певзнер М.Е.* Горный аудит. - М.: изд-во МГГУ, 1999.
12. *Перчик А.И.* Основы горного права. - М.: Недра, 1996.
13. *Российское горное законодательство: Документы и комментарии.* - М.: Недра, 1996.
14. *Шумилин М.В.* Геолого-экономические основы горного бизнеса. - М.: изд. РИЦ ВИМС, 1998. (Минеральное сырье. Вып. 3).
15. *Экономика и управление геологоразведочным производством/Под ред. В.П. Орлова.* - М. - Алма-Ата: Геоинформмарк, 1999.
16. *Экономика геологоразведочных работ/Е.А. Гольдман, З.М. Назарова, А.А. Маутина и др.* - М.: Издательский дом "Руды и металлы", 2000.
17. *Hill J.H.* Geological and Economical Estimate of Mining Progects. - London, 1993.
18. *Rudenno V.* The Mining Valuation: Handbook. - Australian Print Group, 1998.
19. *Sloan D.A.* Mine Management. - Chap. & Hall Lim. L., 1983.