

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Двоеглазов Семен Иванович
Должность: Директор
Дата подписания: 30.06.2025 15:03:31
Уникальный программный ключ:
2cc3f5fd1c09cc1a69668dd98bc3717111a1a535



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Российский государственный геологоразведочный университет имени
Серго Орджоникидзе»
СОФ МГРИ

Кафедра прикладной геологии, технологии поисков и разведки МПИ

**РАЗВЕДКА И ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА
для студентов очной и заочной форм обучения
СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.02 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ»**

Рекомендовано Ученым советом СОФ МГРИ

Старый Оскол, 2022 г.

УДК 550.812.14, 553.04
ББК 26.341

Рецензент: К.А. Савко, профессор, доктор геолого минералогических наук.

Пилюгин С.М.

Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Методические указания к выполнению курсового проекта. /С.М. Пилюгин – Старый Оскол: СОФ МГРИ, 2022, – 40 с.

В методических указаниях содержится расширенное теоретическое обоснование, последовательность и порядок выполнения курсового проекта по предмету «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». Для студентов технических специальностей высших учебных заведений.

Утверждено и рекомендовано к изданию Ученым советом СОФ МГРИ
(протокол № 10 от 29 августа 2022 г.)

УДК 550.812.14, 553.04
ББК 26.341

© СОФ-МГРИ 2022 г.

Оглавление

Введение	4
1. Разведочные работы	5
1.1 Основная цель и стадии разведки	5
1.2 Технические средства разведки	6
1.3 Основные методы и системы разведки	9
1.4 Форма и плотность разведочной сети	14
2. Геолого-экономическая оценка месторождений	21
2.1 Геолого-экономические и технологические критерии оценки месторождений	21
2.2 Факторы и методы экономической оценки месторождений	23
2.3 Кондиции месторождений	25
2.4 Технико-экономическое обоснование кондиций	29
3. Порядок выполнения курсового проекта	32
4. Рекомендуемая литература для выполнения курсового проекта	37

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие имеет цель помочь студентам, обучающимся по специальности Прикладная геология составить курсовой проект и освоить дисциплину «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». В пособии выделены четыре раздела: 1) разведочные работы; 2) геолого-экономическая оценка месторождений; 3) порядок выполнения курсового проекта; 4) перечень рекомендуемой литературы для выполнения курсового проекта.

Целью курсового проекта является изучение способов эффективной разведки месторождений полезных ископаемых, а также получения исходных данных, необходимых для геолого-экономической оценки месторождения.

Выполнение курсового проекта позволит будущему специалисту освоить основные принципы ведения геологоразведочных работ и оценить экономическую перспективу в зависимости от вида полезного ископаемого, промышленного и генетического типов оруденения, масштабов и сложности геологического строения месторождений.

Данное пособие будет полезным студентам и при изучении лекционного материала, и при выполнении заданий лабораторного практикума, и в процессе прохождения учебно-производственных практик.

Пособие предназначено для студентов – геологов, обучающихся в технических вузах.

1. РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

1.1 Основная цель и стадии разведки

Цель разведки - выявление промышленных месторождений полезных ископаемых, получение разведанных в недрах запасов минерального сырья и других данных, необходимых и достаточных для рационального проектирования и последующего функционирования горнодобывающих и перерабатывающих предприятий. Разведочные работы более трудоемкие и дорогостоящие, чем поисковые. Для их выполнения требуется больший объем как трудовых, так и материальных и энергетических затрат, близких по структуре к затратам на горно-капитальные работы. Эти затраты должны быть увязаны с последовательным поступательным нарастанием разведочной информации до оптимальных объемов, обеспечивающих качество и достоверность. Вследствие этого единый в методическом отношении разведочный процесс развивается по ступеням, именуемым стадиями.

Начальная разведка как бы принимает эстафету геолого-разведочных работ от поисково-оценочной стадии и продолжает их на более высоком качественном уровне для получения достоверной информации, способной обеспечить надежную геологическую, технологическую и экономически обоснованную оценку промышленной значимости месторождения. На этой стадии уточняются геологическое строение месторождения, общие его размеры и контуры. Завершатся начатое в период поисков изучение приповерхностной части месторождения с помощью канав, траншей шурфов и мелких скважин; составляются крупномасштабные (до 1:500) геологические карты [1].

Детальная разведка проводится на месторождениях, положительно оцененных предварительной разведкой и намеченных к промышленному освоению в ближайшие 5-10 лет. Она подготавливает месторождения для передачи в промышленное использование в соответствии с требованиями классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.

Доразведка месторождения, не освоенного промышленностью, хотя и детально разведанного, может осуществляться для получения дополнительной информации, необходимой в связи с пересмотром проектной производственной мощности горнорудного предприятия, технологии добычи и переработки минерального сырья.

Эксплуатационная разведка начинается с момента организации добычи полезного ископаемого и продолжается в течение всего периода разработки месторождения.

1.2 Технические средства разведки

К основным техническим средствам разведки относятся горные разведочные выработки и буровые разведочные скважины, а также геофизические методы. Горные разведочные выработки подразделяются на поверхностные (канавы, траншеи, расчистки, шурфы, дудки) и подземные (штольни, шахты, квершлагги, штреки, восстающие, рассечки) [2, 3].

Наиболее информативными являются горные выработки, пройденные вкрест простирания рудоносных структур, тел и залежей. Это канавы, шурфы, дудки, квершлагги, рассечки. Другие выработки (траншеи, штреки, восстающие), пройденные по простиранию или падению рудных тел, залежей, позволяют проследить по этим направлениям прерывистость оруденения, изменчивость их морфологии качественного состава. В условиях расчлененного рельефа штольни задают либо по простиранию рудных тел, либо вкрест простирания. Шахты только с целью разведки проходят редко, чаще их назначение совмещается с отбором большеобъемных технологических проб для заводских испытаний или пробной эксплуатацией. Это так называемые разведочно-эксплуатационные шахты (РЭШ). Они могут пересекать рудное тело или быть пройденными в виде наклонных или вертикальных стволов в стороне от рудного тела, с последующей проходкой из них квершлаггов.

Выбор разведочных горизонтов, сечения и радиуса закругления подземных горных выработок осуществляется с учетом возможных систем разработки и объемов грузоперевозок. Эти выработки могут быть использованы при эксплуатации.

Буровые разведочные скважины являются универсальными техническим средством разведки. Они применяются либо в сочетании с горно-разведочными выработками, либо самостоятельно. Давая ограниченную информацию по сравнению с горными выработками, буровые скважины в то же время выгодно отличаются от них технико-экономическими показателями.

По способу разрушения горной породы в забое скважины различают вращательное и ударное бурение. При вращательном бурении эффективно применение наконечников буровых снарядов полых внутри, обеспечивающих получение ненарушенного столбика горной массы (керн), позволяющего составить геологическую колонку (разрез) по месторождению. Такое бурение называют *колонковым*. Оно является основным видом разведочного бурения на рудных месторождениях. КERN обычно отбирают по всей рудопродуктивной толще и частично по вмещающим породам.

Скважины колонкового бурения могут быть вертикальными, наклонными или горизонтальными. Их можно проходить по породам любой крепости. Вертикальные и наклонные скважины способны достигать больших глубин. Из этих скважин иногда ведется направленное бурение новых стволов. Угол подсечения скважиной рудного тела должен быть не менее 30°. Недостатки этого вида бурения: искривление ствола скважины, нередко достигающее в наклонных скважинах большой величины; неполный выход керна и возможность его избирательного истирания, искажающего качественную характеристику полезного ископаемого; ограниченный объем материала для технологических проб.

Выбор бурового агрегата и конструкции буровой вышки зависит в основном от проектной глубины разведочных скважин и условий (места) бурения – с поверхности

земли, в подземных выработках или с акваторий и дна различных водоемов (рек, морей и океанов).

Проектирование наклонной скважины для подсечения крутопадающего рудного тела проводят с учетом заданных координат точек его пересечения, допустимого угла встречи и возможности искривления ствола скважины. Точки встречи скважин с рудным телом должны образовать в его плоскости правильную геометрическую сеть.

Колонковое бурение скважин может осуществляться станками 300М, ЗИФ, 650М, 1200МР, СБА-800, УКБ-7 и др.

Другие виды вращательного бурения с разрушением горной породы по всему забою скважины - роторное и турбинное. Они широко применяются при разведке нефтяных и газовых месторождений.

При разведке россыпей, некоторых штокерков и пологозалегающих рудных тел применяют ударно-канатное бурение. При этом способе бурения за счет повторяющихся ударов падающего долота происходит измельчение горной массы в забое скважины. Измельченный материал периодически извлекается на поверхность и поступает в обработку. Достоинствами этого вида является высокая скорость проходки (особенно до глубины 150 м), возможность бурения без промывки, получение всего материала в пробу.

Бурение большим диаметром (до 1500 мм) позволяет получить достаточно материала для технологических проб. Отсутствие керна и ограниченность бурения только вертикальным направлением сужают границы его применения. Ударное бурение осуществляется станками УКС-22, УКС-30, УГБ-50М и др.

1.3 Основные методы и системы разведки

Разведка месторождений – сложный и многообразный научно-производственный, с экономическим подходом, процесс изучения, в котором используются те же методы, что и при поисках, но с большей детальностью и на более высоком качественном и технологическом уровнях. Наиболее значимыми методами эксплуатационной разведки являются: геологическое картирование; линейные подсечения тел полезных ископаемых (с опробованием) системами буровых скважин и горных выработок; геофизические исследования в горных выработках и скважинах; геохимические и минералогические исследования.

Геологическое картирование выполняется на инструментальной графической основе: топографических планах поверхности в масштабе от 1:10000 до 1:500 и маркшейдерских погоризонтальных планах масштаба 1:1000 и 1:500. Привязка обнажений, разведочных скважин и выработок на поверхности осуществляется с помощью теодолитных ходов и геометрического нивелирования, а пунктов наблюдений в подземных горных выработках к маркшейдерским точкам теодолитных и вертикальной съемок. Составление детальных геологических карт, соответствующих указанному масштабу графической основы, приходится в основном на стадии предварительной разведки [1].

На геологическую карту наносят маркирующие горизонты и рудоносные формации пород, контуры рудных тел, элементы тектонических дислокаций, зоны гидротермальных метасоматических изменений пород.

Линейные подсечения тел полезных ископаемых осуществляются либо разведочными системами буровых скважин, либо системами горно-разведочных выработок, либо комбинированными горнобуровыми системами. Ценной для разведки является геологическая и другая информация, получаемая в процессе проходки разведочных выработок и бурения скважин, а также они имеют определенное техническое назначение. Число необходимых линейных подсечений определяется размерами тел и изменчивостью основных параметров, используемых в подсчете запасов. Оно должно быть оптимальным, с соблюдением принципов разведочных работ. Линейное подсечение

позволяет построить разрезы и погоризонтальные планы, используемые затем в графическом моделировании.

Геофизические исследования в скважинах и горных выработках являются универсальными, по комплексу решаемых задач, и высокоэффективным методом. Они используются для корреляции геологических неоднородностей, и в том числе рудных подсечений между выработками и скважинами, определения контуров продуктивных залежей в межскважинном пространстве, качества полезных ископаемых и других параметров для подсчета запасов и оценки прогнозных ресурсов.

Широко распространены и имеют большое значение геофизические исследования в скважинах, включающие каротаж, инклино- и кавернометрию.

Геохимические исследования при разведке месторождений проводятся с целью определения вероятной глубины эрозионного среза, увязки рудопродуктивных зон в смежных разведочных линейных подсечениях, экстраполяции оруденения за их пределы, оценки рудоносности глубоких горизонтов. Это достигается путем систематического отбора геохимических проб в горных выработках и по керну разведочных скважин, последующих обработки и проведения спектрального анализа проб, с построением по результатам анализа первичных ореолов рассеяния.

Минералогические исследования направлены на решение следующих задач: определение полного минерального состава руд, минеральных форм нахождения и пространственного размещения основных и сопутствующих полезных компонентов, полезных и вредных элементов-примесей; выделение по особенностям минерального состава, текстурам и структурам руд их природных типов; изучение минералогической зональности в дополнение к геохимической.

Изучение геологических свойств месторождений на разведочных стадиях проводится с применением большого объема буровых скважин и горных выработок. Этим разведочным средствам соответствуют группы систем разведки: буровая, горная и горно-буровая. Разведочные системы обеспечивают возможность неоднократных линейных подсечений рудных тел скважинами и горными выработками, образующими в плане или на вертикальной плоскости геометрически правильную сеть, узлы которой представляют место их встречи.

Понятие *линейное подсечение* определяет совокупность отдельных пересечений рудного тела скважинами или горными выработками по одному из трех направлений (мощности, простиранию и падению). Наиболее информативным, характеризующимся максимальной изменчивостью, является направление вкрест простирания рудного тела совпадающее с его мощностью. Наименьшая изменчивость параметров оруденения отмечается обычно по простиранию рудного тела и промежуточная - по падению рудного тела.

Получение разведочных данных по трем направлениям позволяет оценить объемную изменчивость геологических свойств месторождения: провести графическое и объемное моделирование, построив системы поперечных и продольных разрезов, погоризонтальных планов и блок-диаграмм.

Группа буровых систем, являясь самой универсальной и экономичной, обеспечивает получение достаточно полной и представительной разведочной информации на месторождениях, имеющих значительные размеры тел полезных ископаемых с выдержанной морфологией и невысокой степенью дискретности оруденения. Буровые скважины пересекают рудные тела преимущественно по направлению их мощности, т. е. вкрест простирания. Наблюдения за изменчивостью параметров рудных залежей по простиранию и падению осуществляется дискретно (точечно) по системам скважин, расположенным в линию с увязкой данных смежных скважин методом интерполяции. Среди рассматриваемой группы буровых систем для разведки твердых полезных ископаемых выделяются системы скважин: ударно-канатного бурения, вертикальных и наклонных колонковых, глубоких направленных и многозабойных.

Группа горных систем дает возможность получить полную и более достоверную информацию об изменчивости геологических свойств разведываемых месторождений, даже несмотря на сложность их геологического строения, не-выдержанную форму и прерывистость рудных тел и крайне неравномерное распределение полезных компонентов. В этой группе выделяют системы канав, шурфов, штолен, разведочных шахт. Каждая из систем имеет свои разновидности.

Группа горно-буровых систем характеризуется применением в различных сочетаниях горных выработок и буровых скважин. Их соотношение зависит от геоморфологии района, сложности геологического строения месторождения и изменчивости свойств полезного ископаемого. Наиболее распространены комбинации разведочных скважин ударно-канатного или колонкового бурения с шурфами или шахтами, играющими роль контроля и используемыми для отбора технологических проб, а также разведочных штолен или шахт в рациональном сочетании с подземными буровыми скважинами (рис. 1).

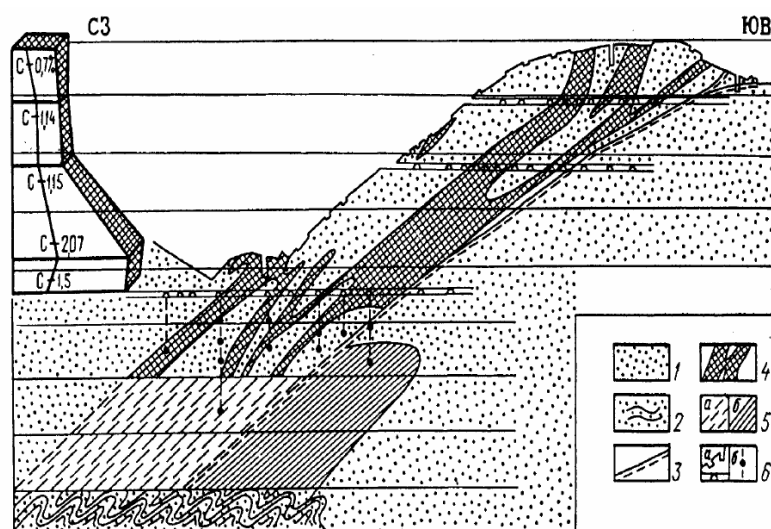


Рис. 1. Разведочные системы штолен и подземных скважин колонкового бурения на Олюторском ртутном месторождении (Корякское нагорье) По [1].

Слева - объемная диаграмма изменчивости линейных подсечений (суммарной длины рудных интервалов, средних мощностей и содержаний ртути). Справа - проекция рудной зоны на вертикальную плоскость.

1 - аргиллиты; 2 - туфопесчаники; 3 - рудоконтролирующий надвиг; 4 - контур богатых руд; 5 - участки прогнозных ресурсов ртути: а - наиболее вероятных, б - менее вероятных; 6 - горные выработки и скважины: а - канавы, шурфы, штольни, рассечки, б - подземные скважины.

1.4 Форма и плотность разведочной сети

Разведочные системы скважин и горных выработок размещаются по линиям, или так называемым *линейным подсечениям* [1, 2, 3]. Направление скважин и выработок по отношению к этим линиям и простирацию рудных тел ортогональное. Поэтому место их встречи с продольной плоскостью рудного тела проецируется на линейные подсечения в виде точек (вне масштаба) или прямолинейных интервалов (отрезков), которые в дальнейшем будем упрощенно называть *точками пересечения* [1].

По линейным подсечениям строят системы продольных разрезов, или погоризонтальных планов, а также проекции на горизонтальную или вертикальную плоскость. Линейные подсечения могут менять свое направление в соответствии с изменением простирания рудного тела. Место точек пересечения должно выбираться таким образом, чтобы можно было построить систему поперечных разрезов и получить в

плане или на вертикальной плоскости геометрически правильную разведочную сеть. Таким образом, возникает вторая система линейных подсечений, совпадающая с системой поперечных разрезов, в которой изменчивость геологических свойств рудных тел и вмещающих их пород может отличаться от изменчивости по направлению основной системы.

В линейном подсечении по направлению наибольшей изменчивости расстояния между точками наблюдения принимаются меньше, чем по другому ортогональному к нему направлению. В этом случае образуется прямоугольная разведочная сеть (рис. 2 а) с ячейками, вытянутыми по направлению максимальной изменчивости, совпадающему обычно с простиранием –рудного тела или продуктивной залежи.

При отсутствии отчетливо выраженного направления анизотропии, когда залежь условно считается изотропной, и ее изометричной форме расстояния между точками наблюдения в линиях (и между линиями) принимаются равными - образуется квадратная сеть (рис. 2 б).

Наиболее экономичной считается ромбическая сеть (рис. 2 в), которая по условиям применения является промежуточной между прямоугольной и квадратной сетью.

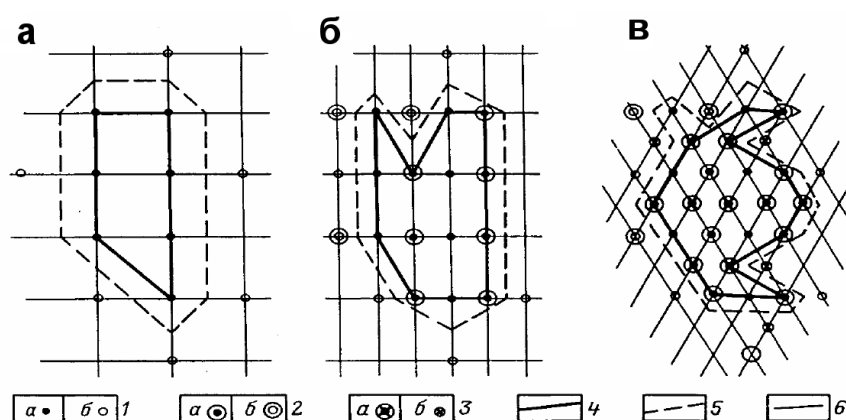


Рис. 2. Последовательное сгущение разведочной сети по стадиям разведки. По [1]. а — изначальная квадратная сеть на предварительной стадии; б — прямоугольная сеть, полученная при детальной разведке путем сокращения вдвое расстояния между скважинами по линии вкрест простирания; в — ромбическая сеть, образовавшаяся при доразведке в результате проходки скважин в центре ячеек прямоугольной сети: 1-3 - буровые скважины: 1 - предварительной разведки (а - рудные, б - безрудные), 2 - детальной разведки (а - рудные, б - безрудные), 3 - доразведки (а - рудные, б - безрудные); 4, 5 — линии контуров рудного тела: 4 - внутреннего контура, 5 - внешнего; 6 - линии сети, определяющие ее форму.

Указанные формы сети находят применение при разведке месторождений твердых полезных ископаемых. На месторождениях *нефти и газа* разведочные скважины, в зависимости от структурно-морфологических особенностей залежей, размещаются по профилям, треугольной и кольцевой системам, а также дискретной системе одиночных скважин.

Профильная система эффективна при разведке залежей, приуроченных к брахиантиклинальным структурам, зонам тектонического экранирования, стратиграфического несогласия и фациального перехода; *треугольной* системой осуществляется разведка литологически экранированных залежей; *кольцевой* - крупных изометрических ловушек; системой одиночных скважин - геологически обособленных неоднородных объектов [1, 2].

Последовательность бурения разведочных скважин на углеводороды может осуществляться по сгущающей или ползущей системе. При первой происходит разбуривание всей площади месторождения по редкой сети с последующим ее уплотнением на перспективных участках. Вторая развивается с последовательным бурением скважины по проектной плотности сети от изученной части к неизученной.

Многозалежные месторождения углеводородов могут разведываться по системам - сверху вниз или снизу вверх. Их выбор зависит от концентраций запасов углеводородов в разрезе. Разведка сверху вниз эффективна при их концентрации в верхних горизонтах а снизу вверх - в нижних.

При выборе в разведочной сети находят свое выражение практически все принципы разведки [1]. *Принцип равной изученности* служит обоснованием размещения точек пересечения в определенном порядке, т.е. в форме сети.

Принцип аналогии позволяет использовать накопленный опыт разведки однотипных месторождений для определения ориентировки, формы и расстояний между точками пересечения. Это особенно важно для стадии предварительной разведки, когда недостаточно данных о геологии и структуре месторождения, морфологии и размерах рудных тел и изменчивости их параметров – факторах, в соответствии с которыми планируется и должна развиваться разведочная сеть. В методических указаниях ГКЗ даны рекомендации по выбору разведочных систем и определению расстояний между точками пересечения в зависимости от сложности геологического строения, морфологии и размеров рудных тел. Эти расстояния дифференцированы по категориям запасов.

В практике разведки отмечаются значительные отклонения от рекомендованных расстояний, обоснованные результатами экспериментальных исследований по оптимизации разведочной сети.

Принципы последовательных приближений и выборочной детализации дают основание для сгущения разведочной сети на участках, подготавливаемых для первоочередной отработки. *По принципу аналогии* полученные данные распространяют на другие участки.

При сгущении разведочной сети расстояния между точками наблюдения обычно сокращаются вдвое по одному или обоим направлениям линейных подсечений.

Принцип полноты исследования применительно к разведочной сети находит свое выражение в проходке законтурных безрудных скважин и горных выработок. Они используются для нахождения внешнего контура оруденения методом ограниченной экстраполяции.

Принцип наименьших затрат средств и времени воплощен в методике развертывания и поиска оптимальной плотности разведочной сети.

Помимо геометрически правильной разведочной сети, выработки и скважины могут располагаться в линиях подсечения так, что их увязка в смежных соседних линиях не дает правильной сети. В этом случае представительной является одна система разрезов. Это так называемая разведка по профилям, применяемая при мощных крутопадающих залежах, например медно-колчеданные месторождения, или извилистых ленточных тел, например аллювиальные россыпи.

Чем полнее соответствие формы сети, ориентировки разведочных профилей особенностям геологического строения месторождения, морфологии рудных тел и изменчивости оруденения, тем меньшей плотностью сети можно получить ожидаемые результаты.

Плотность разведочной сети выражается расстоянием между точками наблюдения (скважинами или выработками) по двум разноориентированным преимущественно взаимноортогональным системам линейных подсечений в плоскости рудного тела. Одна из них обычно совпадает с простиранием или протяженностью тела, другая – с направлением падения или шириной тела. Основными факторами, влияющими на плотность сети, являются размеры и компактность месторождения и степень изменчивости морфологии тел и качества полезного ископаемого [3].

Оптимальной считается такая плотность сети, которая обеспечит получение необходимой для подсчета запасов разведочной информации с минимальной погрешностью, при условии соблюдения принципов разведки и выполнения задач каждой ее стадии. Обычно оценивается погрешность определения морфологии, размеров и

качества полезного ископаемого – основных параметров к подсчету запасов. Достаточно обоснованных величин предельно допустимых погрешностей не установлено [1, 2].

Погрешности формы и размеров тел определяются относительно эталонных разрезов, построенных по максимальному числу точек наблюдения в линии подсечения. Их называют также ошибками аналогии, связанными с увязкой контуров тел полезных ископаемых в смежных разрезах. Погрешности качества обусловлены дискретностью или прерывистостью оруденения. За эталон качества принимается значение, вычисленное для эталонного участка с привлечением всех полных пересечений рудного тела, полученных на всех стадиях разведки и при эксплуатации.

Литература

1. Милютин А.Г. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. – Учебник для вузов. – М.:Недра, 1989.
2. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Производство геологоразведочных работ. – М.:Недра, 1985.
3. Смирнов В.И., Прокофьев А.П. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат, 1960.– 672 с.

2. ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

2.1 Геолого-экономические и технологические критерии оценки месторождений

Оценка полезных ископаемых предусматривается на всех стадиях геологоразведочных работ. На стадиях, предшествующих разведке, оценивают прогнозные минеральные ресурсы, а по результатам разведочных стадий подсчитывают запасы полезных ископаемых. Такая оценка называется геологической [1].

Разведанные запасы минерального сырья подлежат сравнительной экономической оценке, определяющей техническую возможность и целесообразность их добычи и переработки. Таким образом, оценка становится комплексной геолого-экономической. При ее проведении желательно руководствоваться принципами, позволяющими обеспечить максимальное удовлетворение потребностей народного хозяйства в минеральном сырье с минимальными общественно необходимыми затратами на его производство, и соблюдением законодательных положений об охране недр и природных ресурсов.

Геологические критерии представляют собой рудоконтролирующие факторы, используемые как при оценке прогнозных ресурсов, так и при подсчете запасов. Однако при оценке прогнозных ресурсов они являются определяющими, в то время как на разведочных стадиях важную роль в оценке запасов играют экономические и технологические критерии.

Критерием экономической оценки является мера отличия основных стоимостных показателей от их среднеотраслевых значений. Эти показатели отражают затраты живого и овеществленного труда на производство единицы продукции из сырья оцениваемого месторождения. Лучшими на данный момент считают месторождение, позволяющее получать продукцию с минимальными затратами такого труда.

К числу этих показателей относятся ожидаемая себестоимость продукции, удельные капитальные затраты на единицу годовой мощности предприятия по добыче руды или выпуску конечной продукции, уровень рентабельности к основным производственным фондам и приведенные затраты. Последние служат основными показателями при сравнительной экономической оценке (ранжировании) месторождения и определяются по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = P + k\Phi/A,$$

где P- общие годовые эксплуатационные затраты, руб; Φ - основные производственные фонды, руб; k- коэффициент рентабельности; A - годовая производственная мощность предприятия по выпуску продукции, т.

Другими показателями, учитывающимися при сравнительной оценке, служат: запасы руды и полезных компонентов, годовая производственная мощность предприятия по добыче и переработке руды и выпуску продукции, годовая прибыль и сроки окупаемости капитальных затрат. В этих показателях произведенные до исходного момента планирования затраты не принимают во внимание, а учитывают только предстоящие.

Такая оценка месторождений проводится по принципу минимизации затрат. Она приводит к обоснованию использования худших месторождений, участков, рудных тел и блоков. В этом случае приведенные затраты играют роль замыкающих, т.е. предельно допустимых.

Технологические критерии оценок определяют техническую возможность отработки разведанных запасов минерального сырья и его переработки наиболее эффективными способами. Технологическими показателями отработки месторождений являются параметры и пространственное положение рудных тел, их качественная характеристика, горнотехнические, инженерно-геологические и криологические условия, способ и системы разработки, предельные глубина карьера и коэффициент вскрыши, величины потерь и разубоживания и т.п.

Показателями технологической оценки переработки минерального сырья служат степень извлечения основных и сопутствующих полезных компонентов, качественный состав концентратов (промпродуктов) и конечных продуктов, охрана окружающей среды и т.д.

2.2 Факторы и методы экономической оценки месторождений

Промышленная ценность месторождения обусловлена разнообразными факторами, которые объединяются в основные три группы: социально-экономические, горно-геологические и экономико-географические [1].

Социально-экономические факторы определяют потребность народного хозяйства в определенном виде минерального сырья и пути ее удовлетворения с учетом состояния и развития производительных сил региона, в котором находится оцениваемое месторождение. При этом рассматриваются: современный уровень производства данного вида минерального сырья; возможности попутного получения его из комплексных месторождений или замены более экономичным и экологически чистым видом сырья.

Горно-геологические и технологические факторы обуславливают количество и качество минерального сырья, возможности его добычи и переработки с использованием прогрессивной техники и технологии. Анализ состояния баланса запасов с учетом социально-экономических факторов позволяет выделить месторождения для

первоочередной отработки или рекомендовать увеличение производственной мощности действующих предприятий за счет их реконструкции.

Экономико-географические факторы определяются административным и географическим положением месторождения, его границами и площадью, климатическими и мерзлотными условиями, особенностями орогидрографии, сейсмичностью района, транспортными связями, наличием населенных пунктов и сырья для производства строительных материалов, обеспеченностью рабочей силы, состоянием энергетической базы, источниками хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения. Эти факторы обуславливают величину поясных коэффициентов на капитальное и жилищное строительство, прокладку транспортных магистралей и т.п.

Оценка месторождения может проводиться на различных технологических уровнях. Это зависит от видов полезного ископаемого, способов его добычи и переработки. Для одних оценка возможна на уровне добычи руды, для других осуществляется оценка затрат на получение продуктов обогащения или конечных товарных продуктов, пригодных для использования в народном хозяйстве.

Стоимостные показатели при предпроектной оценке определяют либо по методу аналогии, либо методом прямых расчетов по укрупненным показателям затрат, либо по совокупности этих методов [1, 2, 3]. В первом случае среди эксплуатируемых или находящихся в стадии проектирования объектов выбираются аналогичные оцениваемому месторождению по виду полезного ископаемого, размерам, морфологии и условиям залегания рудных тел, качеству руд. Стоимостные показатели выбранного проекта-аналога в целом по промышленному комплексу или по его части переносятся на оцениваемый объект с введением необходимых поправок на географо-экономические условия. Второй метод более точен, чем метод аналогии. Однако выполнение его в полном объеме сопряжено с большими затратами труда. Поэтому эффективно проведение оценки по обоим способам: для одной части промышленного комплекса подбирается проект-аналог, стоимостные показатели другой части определяются прямым расчетом [1].

2.3 Кондиции месторождений

Кондиции на минеральное сырье являются синтезирующими показателями геолого-экономической оценки. Они представляют собой технико-экономические требования к качеству и количеству минерального сырья, его горно-геологическим, гидрогеологическим и другим природным условиям. Соблюдение этих требований должно обеспечить наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на эколого-экономической основе [1].

Кондиции могут быть *разведочными* и *эксплуатационными*. Первые обусловлены стадийностью разведочного процесса. Они служат для оконтуривания и подсчета запасов полезных ископаемых и их промышленной оценки. Вторые связаны с эксплуатацией месторождения и предназначены для корректировки разведочных кондиций на основе реально сложившихся производственно-экономических условий и рыночной конъюнктуры [2, 3].

Среди параметров разведочных кондиций для подсчета балансовых запасов металлов и нерудного сырья выделяют группу универсальных. Эта группа включает: *минимальное промышленное содержание полезного компонента, бортовое содержание полезных компонентов в пробе, минимальные мощности тел полезных ископаемых, максимально допустимую мощность прослоев пустых пород или некондиционных руд* [1-4].

Синтезирующим экономическим параметром из этой группы служит минимальное промышленное содержание полезного компонента (или приведенное к содержанию условного компонента) - C_m [4-7]. Запасы с таким содержанием имеют извлекаемую промышленную ценность Π_{np} , зависящую от оптовой цены за единицу полезного компонента в товарной продукции Π , единого (сквозного) коэффициента его извлечения

при добыче, обогащении и металлургическом пределе K_u и коэффициента разубоживания K_p . Таким образом

$$C_{np} = C_m C K_u (1 - K_p) / 100, \quad (1)$$

Величина промышленной ценности, заключенная в 1т руды, должна обеспечить полное возмещение эксплуатационных расходов P на ее добычу P_d и переработку P_n при нулевой рентабельности, а также погашение затрат на геологоразведочные работы, т.е. $C_{np} > P$. Заменив в формуле (1) C_{np} на P и выполнив преобразования, получим

$$C_m = P / C K_u (1 - K_p) \cdot 100\%.$$

Для полиметаллических руд рассчитывают C_m условного полезного ископаемого компонента, используя соответствующие переводные коэффициенты.

Обычно C_m устанавливают применительно к подсчетному блоку. Для месторождений дефицитных видов минерального сырья, характеризующихся высокой дисперсией содержаний полезных компонентов, допускается использование величины C_m для группы блоков или в целом по месторождению.

В единичных блоках минимальное содержание полезного компонента может быть даже меньше минимального промышленного содержания. Такие отклонения возможны в случае несущественного снижения экономических показателей по месторождению в целом [1].

Минимальное промышленное содержание служит не только для выделения балансовых запасов. Его величину используют и для их оконтуривания по простиранию (длине) и на глубину (по ширине). При высокой дискретности оруденения или нахождения месторождения в трудных географо-экономических условиях для оконтуривания запасов используют величину минимального содержания полезного компонента по пересечению рудного тела выработкой. Эта величина меньше минимального промышленного содержания. Ее применение позволяет сохранить целостность рудных тел с балансовыми запасами или избежать неоправданные потери в краевых частях подсчетных блоков, где содержание полезных компонентов несколько ниже минимального промышленного.

Бортовое содержание полезного компонента (или условного компонента) в пробе - наименьшее содержание в крайних пробах, оконтуривающих рудное тело по его мощности. Оно определяется методом повариантных технико-экономических расчетов во взаимосвязи с минимальным промышленным содержанием. Для выбора наилучшего (оптимального) варианта рекомендуется принимать не менее трех вариантов. Разность в значениях смежных вариантов дает величину "шага", которая также должна быть оптимальной. Малые значения "шага" принимаются на месторождениях с постепенным затуханием рудной минерализации при переходе руды во вмещающие породы. В этом случае значения бортового и минимального промышленного содержаний могут настолько сближаться, что надобность в одном из этих показателей отпадает. Не требуется бортовое содержание для оконтуривания рудных тел с четкими геологическими границами (контактами). Обычно это рудные жилы кварцевого, кварц-карбонатного, флюоритового, баритового и другого состава, пегматитовые тела, пласты каменного угля, каменной и калийной солей и т.п.

Минимальные мощности тел полезных ископаемых лимитируют включение в контур запасов сечений с мощностью меньше той, которая может обеспечить возможность эффективного применения определенной системы разработки. Величина минимальной мощности зависит от морфологии и условий залегания рудных тел, изменчивости мощности по простиранию и падению, дискретности оруденения, а также факторов, обуславливающих повышенное разубоживание.

Максимально допустимая мощность прослоев пустых пород или некондиционных руд, включаемых в контур подсчета балансовых запасов, зависит от способа и технологии

разработки. Для открытых работ ее величина устанавливается значительно выше, чем для подземных. При этом исходят из того, что при мощности большей, чем максимально допустимая, эти породы или не-кондиционные руды могут быть оставлены в целиках или селективно отработаны.

2.4 Технико-экономическое обоснование кондиций

Технико-экономические обоснования (ТЭО) разведочных кондиций составляют с учетом особенностей экономико-географического положения месторождения, горнотехнических, гидрогеологических и других природных условий месторождения, качественной и количественной характеристики разведанных запасов полезных ископаемых, содержащихся в них полезных компонентов [1-4].

Основными технико-экономическими показателями проекта разведочных кондиций являются:

- 1) Разведанные геологические запасы, положенные в обоснование ТЭО кондиций:
категории А+В+С1 **тыс. т (м3)**
категории С2 **тыс. т (м3)**
- 2) Промышленные запасы **тыс. т (м3)**
- 3) Эксплуатационные запасы **тыс. т (м3)**
- 4) Разведанные запасы компонентов **тыс. т (м3)**
- 5) Промышленные запасы компонентов **тыс. т (м3)**
- 6) Эксплуатационные запасы компонентов **тыс. т (м3)**
- 7) Средние содержания компонентов
в этих запасах **тыс. т (м3)**
- 8) Потери %
- 9) Разубоживание % (г/т)
- 10) Годовая производительность предприятия:
 - по горной массе **тыс. т (м3)**
 - по добыче полезного ископаемого и переработке (обогащению) минерального сырья **тыс. т (м3)**
- 11) Коэффициент вскрыши **м3/т; м3/м3**
- 12) Извлечение при обогащении %
- 13) Срок обеспеченности предприятия запасами **лет**
- 14) Кап. вложения, в т. ч. затраты на природоохранные мероприятия **млн. руб.**
- 15)оборотный капитал **млн. руб.**
- 16) Общие кап. вложения, в т.ч. затраты на природоохранные мер. **млн. руб.**
- 17) Удельные капиталовложения в рудник на 1т (м3) годовой добычи полезного ископаемого **млн. руб.**
- 18) Годовые эксплуатационные затраты **млн. руб.**
- 19) Эксплуатационные затраты на 1т(м3) полезного ископаемого в т.ч.:
 - на добычу **руб.**
 - на обогащение (рудосортировку) **руб.**
 - на транспортировку руды (концентратов) **руб.**
 - на заводскую переработку, включая природоохранные работы **руб.**
- 20) Себестоимость единицы товарной продукции **руб.**
- 21) Цена единицы (г, т, м3) товарной продукции (цена реализации) **руб.**
- 22) Стоимость товарной продукции, общая и отдельно для каждого основного и попутного полезного ископаемого и компонента (доход):
 - годовой выпуск **млн. руб.**
 - за весь период разработки **млн. руб.**
- 23) Прибыль **млн. руб.**
- 24) Плата за недра %
- 25) Плата за воду, землю, дорожный налог и т.д. %

- 26) Чистый дисконтированный доход (при ставке дисконтирования 10%) **млн. руб.**
27) Индекс доходности **млн. руб.**
28) Внутренняя норма рентабельности %
29) Срок окупаемости капитальных вложений **лет.**

Литература

1. Милютин А.Г. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. – Учебник для вузов. – М.:Недра, 1989.
2. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Производство геологоразведочных работ. – М.:Недра, 1985.
3. Смирнов В.И., Прокофьев А.П. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат, 1960.– 672 с.
4. Сборник нормативно-методических документов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – М.: Изд. ГКЗ Министерства природных ресурсов РФ, 1999.
5. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – Т. 1,2 – М.: Изд. ГКЗ СССР, 1985.
6. Заборин А.В., Коткин В.А. Российская классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых и международная рамочная классификация ООН. – "Минеральные ресурсы России", № 2 1999, с 29-37.
7. Милютин А.Г., Андросова Н.К., Калинин И.С. Основы дипломного проектирования (Бурение скважин. Геоэкология). – Учеб. пособие для вузов. – М.: 2000.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект выполняется по материалам производственной практики или с использованием геологических материалов кафедры Прикладной геологии, технологии поисков и разведки МПИ СОФ МГРИ РГГУ. При выборе темы курсового проекта необходимо оценить возможность продолжения исследований с целью подготовки выпускной квалификационной работы.

Курсовой проект должен быть посвящен методике проведения разведочных работ и экономической оценке на конкретном месторождении (участке месторождения). В структуре курсового проекта, помимо общегеологической и расчетной части, необходимо наличие графического приложения (план проведения разведочных работ). Ниже приведено ориентировочное содержание и порядок выполнения курсового проекта.

Предположим, что студент проходил производственную практику в организации, занимающейся оценкой рудопроявления, разведкой или эксплуатационной разведкой месторождения и собрал материалы по конкретному рудопроявлению или месторождению. В этом случае возможно выполнение курсового проекта по методике разведки и экономической оценке месторождения.

Введение

Общие сведения о разведуемом месторождении (административное и географическое положение, границы, площадь). Краткие сведения о климате, орографии, сейсмичности района, мерзлотных условиях. Экономическая освоенность района месторождения: транспортные условия, наличие населённых пунктов и предполагаемых потребителей минерального сырья, обеспеченность рабочей силой, энергетическая база, источники хозяйственно – питьевого и технического водоснабжения. Краткие сведения о наличии в районе источников сырья для производства строительных материалов, степени их изученности и промышленного освоения.

1. Геологическое строение месторождения

Позиция разведуемого месторождения в общей геологической структуре района. Геологическое строение месторождения, представление о его генезисе. Структурные, литологические и другие факторы, определяющие условия залегания, морфологию тел и качество полезного ископаемого. Количество тел полезного ископаемого, их морфологические типы. Краткая характеристика формы и строения каждого тела полезного ископаемого: мощность и её изменчивость, длина по простиранию и размах по падению, условия залегания, характер выклинивания, особенности контактов с вмещающими породами. Группа сложности строения месторождения по условиям разведки (по классификации ГКЗ).

2. Вещественный состав руд

Природные разновидности полезного ископаемого, их минеральный и химический состав, физико-механические свойства, текстуры и структуры руд. Изменение состава и физико-механических свойств полезного ископаемого в зоне выветривания (окисления); глубина развития этой зоны. Наличие зональности в распределении основных и попутных компонентов, а также отдельных тел полезных ископаемых, обогащённых попутными компонентами, и оценка возможности их селективной отработки.

3. Методика разведки месторождения

Технические средства разведки, их соотношение. Назначение, система расположения и ориентировка разведочных выработок. Обоснование принятой геометрии и плотности сети разведочных выработок. Методика изучения приповерхностных частей и глубоких горизонтов месторождения. Методика геофизических исследований, проектируемых для разведки месторождения. Обоснование принятой методики опробования руд и вмещающих пород. Виды опробования и способы отбора проб, длина секций и сечение борозд. Оценка достоверности рядового опробования, объём прямой заверки. Обоснование схемы обработки проб, контроль качества их обработки, его объём, регулярность. Аналитические работы: объёмы, методы проведения контрольных и арбитражных анализов. Методика определения объёмной массы руд. Предполагаемая методика подсчёта запасов. Кондиции для подсчёта запасов.

4. ТЭО разведочных кондиций

Блокировка запасов по категориям; средние содержания ценных компонентов в запасах; коэффициенты вскрыши и извлечения полезных ископаемых; попутные ценные и вредные компоненты; капитальные и эксплуатационные затраты; цена на минеральное сырьё; себестоимость единицы товарной продукции; налогообложение; доход и внутренняя норма рентабельности предприятия.

Заключение

Ожидаемые результаты работ. Предполагаемые запасы, их категоризация, вероятное количество, геолого-экономическая оценка. Перспективы месторождения.

Литература

Приводится список используемой в проекте литературы.

Примерный план написания курсового проекта

	Количество страниц
Введение	1,0
(сопровождается обзорной схемой)	
1. Геологическое строение месторождения	
1.1. Позиция месторождения в общей геологической структуре района	0,5
1.2. Литологическая характеристика осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных пород	1,5 – 2,0
1.3. Петрохимическая характеристика интрузивных образований	1,0 – 1,5
1.4. Околорудные изменения пород	1,0 – 1,5
1.5. Количество рудных тел, их морфология и внутреннее строение	0,5 – 1,0
1.6. Характеристика основных рудных тел	1,5 – 2,0
(форма рудных тел, мощность и её изменчивость, длина по простиранию и размах по падению, условия залегания, характер выклинивания и т.д.)	
1.7. Группа сложности для целей разведки	0,5
2. Вещественный состав руд	
2.1. Природные разновидности руд, их минеральный и химический состав	1,5 – 2,0
2.2. Текстуры и структуры руд	0,5 – 1,0
2.3. Зональность оруденения	1,0 – 1,5
3. Методика разведки	
3.1. Технические средства разведки	0,5 – 1,0
3.2. Обоснование геометрии и плотности сети разведочных выработок	1,0 – 1,5
3.3. Методика изучения приповерхностных частей и глубоких горизонтов месторождения ..	1,0 – 1,5
3.4. Геофизические работы	1,0 – 1,5
3.5. Обоснование принятой методики опробования руд и вмещающих пород	2,0 – 4,5
3.6. Подсчёт запасов	2,0 – 3,0
4. ТЭО разведочных кондиций	3,0 – 6,0
Заключение	0,5 – 1,0

Графические материалы: обзорная схема (в тексте); геологическая карта месторождения (масштаб 1:5 000 – 1: 1 000) с вынесенными на нее проектными выработками и профилями; 1-2 проектных разреза с проектными выработками.

Требования к оформлению курсового проекта (титального листа, содержания, графических материалов и приложений, списка литературы) по ГОСТу и ТУ СОФ МГРИ.

4. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основная

1. Милютин А.Г. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. – Учебник для вузов. – М.:Недра, 1989.
2. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Производство геологоразведочных работ. – М.:Недра, 1985.
3. Смирнов В.И., Прокофьев А.П. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат, 1960.– 672 с.
4. Сборник нормативно-методических документов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – М.: Изд. ГКЗ Министерства природных ресурсов РФ, 1999.
5. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – Т. 1,2 – М.: Изд. ГКЗ СССР, 1985.
6. Заборин А.В., Коткин В.А. Российская классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых и международная рамочная классификация ООН. – "Минеральные ресурсы России", № 2 1999, с 29-37.
7. Милютин А.Г., Андросова Н.К., Калинин И.С. Основы дипломного проектирования (Бурение скважин. Геоэкология). – Учеб. пособие для вузов. – М.: 2000.

Дополнительная

1. Агейкин А.С., Байрон И.Ю., Беккер А.Г. и др. Методическое руководство по разведке россыпей золота и олова.– Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1982. – 218 с.
2. Альбов М.Н. Опробование месторождений полезных ископаемых.– М.: Недра, 1975.
3. Беккер А.Г., Беккер Л.К., Дешевых А.П. и др. Методические указания по подсчету запасов золота и олова в россыпях. – Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1979. – 144 с.
4. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975.
5. Бирюков В.И., Куличихин С.Н., Трофимов Н.Н. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 415 с.
6. Борзунов В.М. Поиски и разведка месторождений нерудного металлургического сырья. – М.: Недра, 1980. – 303 с.
7. Борзунов В.М. Разведка и промышленная оценка месторождений нерудных полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. – 310 с.
8. Борзунов В.М., Гроховский Л.М. Поиски и разведка минерального сырья для химической промышленности. – М.: Недра, 1978. – 264 с.
9. Боярко Г.Ю. Экономика минерального сырья. – Томск: Изд-во «Аудит-Информ», 2000. – 365 с.
10. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. – Алматы: Гылым, 1997. – 384 с.
11. Будилин Ю.С. и др. Методика разведки россыпей золота и платиноидов / Под ред. И.Б.Флерова и В.И.Куторгина. – М.: ЦНИГРИ, 1992. – 285 с.
12. Быбочкин А.М. и др. Комплексная геолого-экономическая оценка рудных месторождений. – М.: Недра, 1990. – 326 с.
13. Геофизические методы разведки рудных месторождений / В.В.Бродовой, В.Д.Борцов, Л.Е.Подгорная и др. Под ред. В.В.Бродового. – М.: Недра, 1990. – 296 с.

14. Дроздов В.П., Комов И.Л., Воробьев Е.И. Поиски и разведка месторождений пьезооптического и камнецветного сырья. – М.: Недра, 1986. – 224 с.
15. Иванов В.Н., Кувшинов В.П., Батрак В.И. и др. Методика разведки золоторудных месторождений / Под ред. Г.П.Воларовича и В.Н.Иванова. – М.: ЦНИГРИ, 1991. – 344 с.
16. Каждан А.Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1977. – 328 с.
17. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Теоретические основы. – М.: Недра, 1984.
18. Каждан А.Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Производство геологоразведочных работ. – М.: Недра, 1985. – 288 с.
19. Каждан А.Б., Кобахидзе Л.П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1983. – 205 с.
20. Каждан А.Б., Соловьев Н.Н. Поиски и разведка месторождений редких и радиоактивных металлов: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1982. – 280 с.
21. Клер В.Р. Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 1975. – 320 с.
22. Коган И.Д. Подсчет запасов и геологопромышленная оценка рудных месторождений. – М.: Недра, 1974. – 304 с.
23. Красильщиков Я.С. Основы геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 236 с.
24. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат. – Т.1. – 1960. – 310 с. – Т.2. – 1961. – 305 с.
25. Крейтер В.М. и др. Теоретические основы поисков и разведки твердых полезных ископаемых: Т.1. Поиски. – М.: Недра, 1968. – 432 с.
26. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1969. – 384 с.
27. Кривцов А.И., Самонов И.З., Филатов Е.И. и др. Справочник по поискам и разведке месторождений цветных металлов. – М.: Недра, 1985. – 324 с.
28. Методика разведки золоторудных месторождений / Под ред. Г.П.Воларовича и В.Н.Иванова. – М.: Недра, 1986. – 384 с.
29. Методические указания по разведке и геологопромышленной оценке месторождений золота / Под ред. Г.П.Воларовича. – М.: ЦНИГРИ, 1974.
30. Методы поисков и разведки полезных ископаемых / Под ред. Г.Д.Ажгирея и др. – М.: Госгеолтехиздат, 1954. – 464 с.
31. Методы разведки и подсчета запасов россыпных месторождений полезных ископаемых // Труды ЦНИГРИ. – Вып. 65. – М.: Недра, 1965.
32. Погребницкий Е.О., Парадеев С.В. и др. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1977. – 405 с.
33. Смирнов В.И., Прокофьев А.П. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. – 672 с.
34. Учитель М.С. Разведка россыпей. – Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1987. – 246 с.
35. Четвериков Л.И. Теоретические основы разведки недр. – М.: Недра, 1984. – 156 с.