

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Факультет географии и геоинформатики
Кафедра региональной геологии

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

О. В. Лукашёв

«10» марта 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

Е. Г. Кольмакова

«23» марта 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель

Учебно-методической комиссии факультета

Н. М. Писарчук

«22» марта 2023 г.

Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

Электронный учебно-методический комплекс
для специальности: 1-51 01 01 «Геология и разведка
месторождений полезных ископаемых»

Регистрационный № 2.4.2-24/330

Составитель:

Творонович-Севрук Д. Л., кандидат географических наук

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
03.05.2023 г., протокол № 7.

Минск 2023

УДК 550.8(075.8)
П 479

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
Протокол № 7 от 03.05.2023 г.

Решение о депонировании вынес:
Совет факультета географии и геоинформатики
Протокол № 8 от 23.03.2023 г.

С о с т а в и т е л ь:

Творонович-Севрук Даниил Леонидович, кандидат географических наук, доцент кафедры региональной геологии факультета географии и геоинформатики БГУ.

Рецензенты:

Денисова Н. Ю., начальник отдела геологии и минерагении платформенного чехла филиала «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ геологии», канд. геогр. наук, доцент;

Самсоненко И. П., начальник управления геоинформационных технологий, геодезии и картографии РУП "БелНИЦзем", канд. геогр. наук, доцент.

Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» / БГУ, Фак. географии и геоинформатики, Каф. региональной геологии ; сост. Д. Л. Творонович-Севрук. – Минск : БГУ, 2023. – 39 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 38–39.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) предназначен для студентов, обучающихся по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Содержание ЭУМК предполагает повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой студентов по освоению учебной дисциплины «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение качественной подготовки высококвалифицированных специалистов-геологов.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	6
1.1. Предисловие.....	6
1.2. Основы теории поисков, разведки и оценки месторождений полезных ископаемых. Общие положения.....	14
1.2. Горно-геологические основы.....	15
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	23
2.1. Тематика практических занятий.....	23
<i>Мезозойская группа (MZ)</i>	24
<i>Юрская система (J)</i>	24
<i>Средний отдел (J₂)</i>	24
<i>Верхний отдел (J₃)</i>	24
<i>Меловая система (K)</i>	25
<i>Нижний отдел (K₁)</i>	25
<i>Верхний отдел (K₂)</i>	26
<i>Кайнозойская группа (KZ)</i>	26
<i>Палеогеновая система (P)</i>	26
<i>Неогеновая и четвертичная системы нерасчлененные (N+Q)</i>	26
2.2. Тематика семинарских занятий.....	30
2.3. Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов.....	30
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	31
3.1. Вопросы к зачёту по дисциплине.....	31
3.2. Вопросы к экзамену по дисциплине.....	32
3.2. Темы рефератов.....	34
3.3. Организация самостоятельной работы.....	35
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	36
4.1. Учебно-методическая карта по учебной дисциплине (ч.1.).....	36
4.2. Рекомендуемая литература.....	38
4.3. Электронные ресурсы.....	39

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» предназначен для реализации требований образовательных программ, образовательного стандарта и учебного по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Его наличие обеспечивает стабильность качества образовательного процесса и является методической основой для обеспечения эффективной самостоятельной работы студентов.

ЭУМК по дисциплине «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» создан на научно-методическом и программно-техническом уровнях, соответствующих современным информационно-коммуникационным технологиям и призван обеспечить реализацию учебных целей и задач на всех этапах образовательного процесса по данной дисциплине.

Назначение – реализация требований образовательного стандарта и учебной программы, обеспечение непрерывности и полноты процесса обучения, систематизации и контроля знаний по дисциплине «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых».

Цель ЭУМК – повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой магистрантов по освоению учебной дисциплины «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение качественной подготовки высококвалифицированных специалистов-геологов.

Область применения – при дистанционном обучении, проведении занятий по предмету «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», в ходе самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям, текущему и итоговому контролю знаний по разделам дисциплины, ориентация в выполнении управляемой самостоятельной работы.

Функциональные возможности ЭУМК – средство ориентации в содержании дисциплины «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» и порядке изучения учебного материала, освоение теоретического и практического материала, подготовка к контролю знаний. Весь материал ЭУМК структурирован по разделам таким образом, чтобы знаниями по указанному предмету студент мог овладеть самостоятельно. ЭУМК по «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» включает 4 основных раздела: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел ЭУМК содержит конспект лекций для теоретического изучения учебной дисциплины, на основе конспекта лекций по курсу «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/51733> – Дата доступа: 20.01.2023.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы к контролю знаний и к аттестации, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта и учебно-

программной документации по специальности. Данный раздел включает: варианты контрольных заданий, вопросы к экзамену, перечень заданий и контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работы.

Вспомогательный раздел ЭУМК содержит: учебные программы по «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», перечень информационно-аналитических материалов [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/171031> – Дата доступа: 20.01.2023.

ЭУМК по «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» предназначен для преподавателей, студентов, аспирантов, магистрантов, изучающих науки геологического профиля.

ЭУМК «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» раскрывает методологические и методические основы организации геологоразведочных работ, получения исходных материалов и их теоретическая обработка.

В предмете «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» раскрываются методы исследований и общая теория исследований оптических свойств горных пород и минералов. Рассматриваются основные порообразующие минералы и формирование навыков их определения.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1. Предисловие

Большинство экономистов в СНГ в настоящее время относит геологоразведочные работы к сфере материального производства, хотя в результате их проведения непосредственно материальных ценностей не создается. Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых — один из этапов подготовки горнодобывающего производства, подобно проектированию и строительству горного предприятия. Труд геологов реализуется в ценности минерального сырья, добываемого из открытых и разведанных ими месторождений полезных ископаемых. Следует помнить, что научный анализ геологических фактов и наблюдений, их систематика и обобщение, построение геологических прогнозов являются обязательными и важнейшими элементами геологоразведочного производства. Производственно-технические и научные задачи в геологоразведочном производстве органически сливаются. Научно-производственное объединение — организационная форма, отвечающая самой сущности геологоразведочных работ. Для лучшего понимания предмета поисков и разведки как научной дисциплины и ее места среди других геологических наук рассмотрим требования, которые предъявляет к поискам и разведке народное хозяйство. Задача поисков состоит в нахождении промышленного месторождения полезного ископаемого. Для успешного планомерного научно обоснованного решения этой задачи необходимо: а) знать закономерности (факторы), контролирующие размещение месторождений в земной коре (поисковые предпосылки); б) изучить поисковые признаки месторождений в различных условиях; в) разработать комплекс эффективных поисковых методов и уточнить условия применения их в соответствии с поисковыми признаками и природными условиями района поисков; г) дать обоснованную оценку промышленных перспектив месторождения по данным поисковых работ и своевременно забраковать непромышленные минеральные проявления. Для выбора рациональных способов вскрытия и систем разработки месторождения, успешного строительства и эксплуатации горнорудного предприятия, а также для наиболее полного и экономически эффективного использования минерального сырья в народном хозяйстве необходимо иметь о месторождении и полезном ископаемом ряд конкретных сведений геологического, горнотехнического, технологического и экономического характера. К ним относятся следующие: 1) форма и размеры залежей полезного ископаемого по простиранию, падению и мощности; 2) элементы и глубина залегания тел полезного ископаемого и взаимоотношения между ними в пространстве; 3) внутреннее строение залежей полезного ископаемого; 4) вещественный состав и качество полезного ископаемого, включая его технологические и технические свойства; 5) состав пород, вмещающих залежи полезного ископаемого, и их

горнотехнические особенности (плотность, пористость, устойчивость и др.); б) гидрогеологические условия месторождения (степень обводненности участка и т. п.); 7) горнотехнические условия вскрытия и отработки месторождения (крепость полезного ископаемого и вмещающих пород, объемная масса, коэффициент разрыхления, газовый и термический режим месторождения). Получение этих данных возможно в результате соответствующих прямых наблюдений, замеров, анализов и испытаний образцов пород и проб полезного ископаемого. Однако дело осложняется тем, что за очень редкими исключениями в природе отсутствуют месторождения, целиком доступные для наблюдений, и нет однородных месторождений, т. е. таких, где наблюдения, замеры и испытания в одной точке или сечении можно распространить на все месторождение в целом. Для промышленности же необходимы перечисленные выше данные не по отдельным точкам, а по всему месторождению в целом. Кроме того, необходимо знать не только средние значения показателей, но и характер их изменчивости по месторождению.

Одна из основных научных задач разведки – интерполяция и экстраполяция геологических показателей, полученных по отдельным точкам наблюдения, на все месторождение или на определенную его часть. Это является задачей прогноза (предвидения) изменения геологических показателей. Для более точного соответствия построений и предположений разведчика реальной изменчивости геологических показателей такой прогноз должен быть построен на научной основе. Поэтому первая задача разведки как научной дисциплины заключается во всестороннем изучении месторождений полезных ископаемых в целях выявления закономерностей изменчивости их строения, состава и свойств полезного ископаемого и вмещающих пород. Научное обоснование разведочных прогнозов и их достоверность зависят от числа точек наблюдений и их пространственного размещения. При недостаточном числе естественных точек наблюдений (обнажений) и необходимости проходки буровых и горных выработок первостепенное значение приобретает выбор места заложения и последовательность их проходки. Очевидно, что достоверность получаемых данных и эффективность разведочных работ будут тем выше, чем в большей степени число и пространственное размещение выработок будут соответствовать природе изменчивости месторождения. Для обоснованной интерполяции и экстраполяции результатов наблюдений по разведочным точкам решающее значение имеют данные геологических съемок, геофизических и геохимических методов разведки. Все эти работы должны проводиться в комплексе с разведочными выработками, составляя единую разведочную систему.

Таким образом, определяется вторая научная задача разведки – разработка разведочных систем, наиболее соответствующих природным особенностям месторождений полезных ископаемых, отвечающих условиям наиболее эффективного (быстрого и дешевого) ведения разведочных работ и получения наиболее достоверных данных. На практике и первая разведочная задача (прогноз изменчивости геолого-промышленных параметров месторождений по данным геологоразведочных наблюдений), и вторая задача (разработка систем

геологоразведочных работ в соответствии с изменчивостью геологических показателей) решаются одновременно. Следует учитывать еще одну особенность разведки: вначале знания о месторождении недостаточны, прогнозы неопределенны; в ходе разведки уточняются, иногда перестраиваются прогнозы, а затем изменяется система дальнейшей разведки. В связи с этим можно считать, что указанные основные задачи научной дисциплины о разведке месторождений полезных ископаемых тесно взаимосвязаны. Сущность рассматриваемой дисциплины можно определить следующим образом.

Предмет – промышленные месторождения полезных ископаемых.

Задачи: а) прогноз размещения месторождений в земной коре; б) выявление конкретных промышленных месторождений; в) прогноз изменчивости геолого-промышленных показателей месторождений; г) разработка рациональных систем разведки в соответствии с изменчивостью геологических показателей. Цель – эффективное удовлетворение практических требований промышленности и всего народного хозяйства по созданию надежно изученной минеральной сырьевой базы. Основным методом исследования является обычный в геологических науках метод логического анализа явлений в их исторической последовательности и воссоздание, таким образом, условий и истории процессов, определивших эти явления. Вспомогательными служат другие методы моделирования месторождений: графические, математические, экспериментальные. В таком понимании поиски и разведка — раздел (заключительная часть) учения о геологии месторождений полезных ископаемых.

Накопление навыков в поисках и в какой-то мере в разведке полезных ископаемых началось в глубокой древности, с тех пор как человек стал сознательно использовать некоторые минералы и породы, а затем научился их обрабатывать и выплавлять металлы и сплавы. С этой точки зрения поиски и разведка – наиболее древняя отрасль геологии. В дальнейшем умение находить и определять пригодность полезного ископаемого для добычи и использования развивалось вплоть до наших дней в тесной связи с развитием горного и горнозаводского дела.

Важное значение в развитии теоретических основ новой дисциплины имело организационное объединение геологических исследований и геологической съемки с поисками и разведкой в единой геологической службе страны.

Становление рассматриваемой дисциплины нашло отражение в ряде опубликованных капитальных учебных руководств: И. С. Васильева (1929 г.), С. В. Кумпана, И. С. Васильева, Е. О. Погребицкого (1934, 1937 гг.), Н. В. Барышева (1934, 1937 гг.), В. М. Крейтера (1940 г.) и др. В 1924 г. в Петроградском горном институте был прочитан первый в СНГ курс разведочного дела горным инженером К. П. Марковым. С 1927 г. этот курс систематически здесь начал читать инженер-геолог И. С. Васильев. В 1930 г. в Ленинградском горном институте известным специалистом в области прикладной геологии В. В. Котульским была организована кафедра

«Разведочное дело», которую затем возглавил С. В. Кумпан. Вскоре такая кафедра была организована В. М. Крейтером в Московском геологоразведочном институте. В настоящее время в горных, горно-металлургических, политехнических и геологических институтах и университетах страны имеется 11 кафедр поисков и разведки полезных ископаемых. Это не только школы высшего специального образования геологов-разведчиков, но и важные центры научно-исследовательской работы в различных областях науки о поисках и разведке. Большая исследовательская работа по обобщению материалов поисков и разведки месторождений различных полезных ископаемых ведется также во всех территориальных геологических управлениях и объединениях.

Практические и теоретические вопросы поисков и разведки широко обсуждаются в печати. Только в последние 20 лет издан ряд монографий, учебных пособий и учебников (В. И. Смирнов, В. М. Крейтер, А. А. Якжин, М. Н. Альбов, А. М. Быбочкин, А. П. Прокофьев, М. А. Каждая, В. И. Бирюков, С. Н. Куличихин, П. Н. Трофимов, Е. О. Погребницкий, В. И. Терновой и др.). Вопросам поискового и разведочного дела посвящен журнал «Разведка и охрана недр». Статьи по соответствующей тематике публикуются в «Известиях Высшей школы», «Записках Ленинградского, горного института», в журналах «Уголь», «Горный журнал» и др. В зарубежных странах выполняются большие объемы поисковых и разведочных работ. Техническая их вооруженность высока. Разведочные конторы монополий США, Англии, Западной Германии, Бельгии, Швеции работают не только на территории своих стран, но и в Африке, Латинской Америке и во многих странах Азии. Однако специальных разведочных кафедр в высших учебных заведениях в капиталистических странах, как нам известно, нет, за исключением Мичиганского политехнического института, где соответствующее обучение было организовано в 20-х годах настоящего столетия известным ученым В. Линдгреном. Способы и приемы поисков и разведки публикуются главным образом в виде дополнительных глав к курсам структурной геологии. Широко распространены справочники по технике и методике поисков, опробования и разведки.

Данные о результатах разведочных работ и применяющихся при этом методах иногда публикуются при описании месторождений полезных ископаемых. В свете этих решений основные задачи, которые стоят перед геологами-разведчиками на близкую перспективу, можно сформулировать следующим образом. 1. Обеспечить непрерывное наращивание надежно разведанных запасов всех видов минерального сырья. 2. Улучшить географию минеральных ресурсов страны путем расширения поисков и разведки новых месторождений. 3. Сосредоточить разведку в первую очередь на богатых месторождениях с благоприятными горнотехническими и транспортно-экономическими условиями, высоким качеством сырья, легкой обогатимостью руд и хорошим извлечением металла. 4. Обеспечить комплексное освоение месторождений с учетом использования в промышленности не только главных, но и сопутных полезных компонентов, отходов обогатительных фабрик,

вскрышных пород и т. п. 5. Выявить новые виды полезных ископаемых, использование которых эффективно в народном хозяйстве. 6. Повысить эффективность, качество поисков и разведки на всех стадиях геологоразведочных работ. В последние 5—10 лет все более широко развивается добыча различных видов минерального сырья на дне морей и океанов. Добыча ведется как на континентальном шельфе, так и на больших глубинах в открытом океане. Перспективные запасы некоторых полезных ископаемых (нефти, газа, марганца, меди, железа, никеля, кобальта, титана, алмазов и др.) на дне морей и океанов некоторыми геологами оцениваются значительно выше, чем в пределах суши. Кроме того, запасы полезных ископаемых на поверхности дна морей и океанов непрерывно пополняются в процессе современного осадкообразования. Некоторые полезные элементы и их соединения уже выделяются в промышленных количествах из морской воды, и этот источник минеральных веществ является практически неисчерпаемым. Задачи поисков и разведки полезных ископаемых в области морей и океанов те же, что и на суше: среди общего фона распределения полезного ископаемого следует выделять площади достаточной концентрации в условиях, экономически благоприятных для добычи. Однако способы решения этих задач весьма специфичны. Кроме химических элементов и их соединений, заключенных в естественных минеральных скоплениях в земной коре, на ее поверхности и в гидросфере, в настоящее время представляют интерес в качестве полезного ископаемого скопления в недрах земли и тепловой энергии. Для их использования необходимо вести поиски и разведку, которые также имеют свои особенности.

В настоящем учебном руководстве мы рассматриваем поиски и разведку твердых полезных ископаемых в пределах суши. Успешное решение задач поисков и разведки можно обеспечить лишь на основе развития теоретических исследований по всем разделам геологических наук. Отметим главные направления в разработке проблем учения о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, которые могут способствовать успешному решению поставленных практических задач.

1. Разработка и совершенствование учения о геологических предпосылках (закономерностях) как основы для геологических прогнозов, разведки и геолого-экономической оценки месторождений.

2. Совершенствование методов крупномасштабных геологических прогнозов как основы для проектирования эффективной разведки месторождений и их оценки.
3. Разработка новых более точных и эффективных методов теоретических исследований в разведочном деле, в частности экспериментального и математического методов для прогнозирования геолого-промышленных параметров месторождений полезных ископаемых.

4. Разработка методов геолого-экономической оценки месторождений на всех стадиях поисков и разведки.
5. Разработка эффективных методов (и их комплексов) для поисков и разведки закрытых (слепых) залежей и месторождений.

6. Разработка принципиально новых методов геологической документации геологоразведочных выработок в целях механизации и автоматизации производства документации и ее обработки.

7. Совершенствование и разработка новых методов опробования полезного ископаемого в целях наиболее эффективного, полного и комплексного использования сырья.

8. Совершенствование и разработка новых видов поисковой и разведочной техники.

9. Совершенствование организации поисков и разведки.

В каждом из этих направлений имеется большое число тем и комплексных проблем, которые требуют исследования. При рассмотрении вопроса о стадиях геологоразведочных работ следует иметь в виду по меньшей мере три обстоятельства: 1) статистика показывает, что примерно только одно из 200 установленных коренных проявлений полезного ископаемого имеет промышленное значение; 2) в начале разведки мы очень мало знаем о месторождении и только в процессе детализации разведки получаем о нем более полные и надежные данные; 3) чем более детально ведутся разведочные работы, тем они дороже и тем больше требуют затрат труда, технических средств и времени. Таким образом, огромный «отсев», выбраковка месторождений в процессе разведки неизбежны, следовательно, неизбежны и «бросовые» затраты средств на их изучение. Эти затраты следует сводить к минимуму, поэтому важно отделять непромышленные месторождения от промышленных на первых стадиях разведочных работ. Но для того чтобы забраковать месторождение, нужны веские основания, а чем сложнее месторождение, тем труднее определить границу между промышленным и непромышленным месторождением.

Кроме того, среди промышленных месторождений следует выделять наиболее благоприятные, надежные, которые подлежат детальной разведке в первую очередь; остальные месторождения могут пока находиться в резерве.

Поэтому неизбежна стадийность геологоразведочных работ. Каждая стадия должна отвечать определенной степени изученности месторождения, позволяющей установить его народнохозяйственное значение, и определяется конкретной общей народнохозяйственной задачей в освоении месторождения. Из этой общей задачи вытекают частные задачи данной стадии геологоразведочных работ. Работы каждой последующей стадии опираются на результаты предыдущей. Выделение стадии геологоразведочных работ не означает, что после окончания каждой из них работы обязательно приостанавливаются. Процесс разведки может быть и непрерывным, но после окончания каждой стадии следует подвести итоги, оценить результаты работ, определить промышленную ценность месторождения, чтобы обосновать переход к следующей стадии работ. Геологоразведочные работы были четко разделены на стадии уже давно, с первых шагов развития науки о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых в СНГ. Деление это приводится во всех изданных руководствах и учебниках. Однако на практике стадийность геологоразведочных работ одно время считалась тормозом в разведке

месторождений. Существовало мнение, что вновь открытое месторождение необходимо во избежание потери времени немедленно детально разведывать. Это привело к излишним затратам средств на детальную разведку непромышленных или экономически мало эффективных месторождений и увеличению сроков передачи месторождений в эксплуатацию. В настоящее время в работе геологоразведочных организаций правильно понята необходимость стадийного подхода к разведке месторождений.

В методических указаниях о проведении геологоразведочных работ по стадиям для твердых полезных ископаемых дана следующая их стадийность: Стадия I. Региональные геологические и геофизические работы.

Подстадии: 1-1 — региональные геофизические работы масштаба 1 : 200 000; 1-2 — региональная геологическая съемка масштаба 1 : 200 000; 1-3 — региональная геологическая съемка масштаба 1 : 50 000; 1-4 — глубинное геологическое картирование. Стадия II. Поиски месторождений полезных ископаемых. Подстадии: II-1—общие поиски; II-2 — детальные поиски; II-3 — поисково-оценочные работы. Стадия III. Предварительная разведка. Стадия IV. Детальная разведка. Стадия V. Разведка эксплуатируемого месторождения в пределах горного отвода. Стадия VI. Эксплуатационная разведка. Региональные геофизические и геологосъемочные работы дают геологическое обоснование для целенаправленных научно обоснованных поисков месторождений полезных ископаемых. В процессе региональных съемок ведутся также и попутные поиски, но при работах масштаба 1 :200 000 и даже 1 :50 000 много месторождений может быть не обнаружено. Так как большая часть площадей является «пустой», то ставить систематические поиски сплошь на всей территории нецелесообразно, а обоснованное выделение перспективных и «пустых» площадей возможно лишь на основе региональных геофизических и геологических съемок. В этом и заключается их главная задача. В зависимости от степени изученности особенностей геологического строения региона или его частей и перспективности в отношении полезных ископаемых некоторые подстадии регионального геологического изучения могут быть объединены или исключены из общего цикла. В частности, перед каждой стадией необходимо весьма тщательно оценить методы, технические возможности и предполагаемые результаты глубинного геологического картирования в данных конкретных условиях. Общие поиски имеют целью выявление площадей и участков, перспективных нахождение полезных ископаемых. Во многих случаях при этом будут выявлены и конкретные их проявления. Задача детальных поисков — выявление всех конкретных проявлений полезных ископаемых.

Задача поисково-оценочных работ состоит в определении возможных промышленных перспектив конкретных точек рудопроявлений и «отсева» всех безусловно бесперспективных. Общей задачей поисковых работ предусматривается создание фонда перспективных проявлений полезных ископаемых в районе для последующей их разведки и освоения. В зависимости от вида полезного ископаемого, факторов, контролирующих размещение (геологических предпосылок) месторождений, особенностей геологического

строения района (особенно характера и степени обнаженности, геоморфологии и т. п.) подстадии поисков можно объединять и исключать.

В любых условиях обязательны поисково-оценочные работы как итог всех поисковых работ. Главная задача предварительной разведки—геолого-экономическая оценка месторождения в целях определения его промышленного значения, очередности детальной разведки и промышленного освоения. На стадии детальной разведки месторождение должно быть изучено с полнотой и достоверностью, необходимой для составления проекта, строительства и эксплуатации горного предприятия, обогатительных и передельных цехов. Детально разведанные месторождения или части их передаются для освоения промышленностью. С начала строительства рудника, даже в процессе его проектирования, тем более в процессе эксплуатации разведка месторождения не прекращается. После детальной разведки почти всегда приходится проходить дополнительные буровые скважины на местах заложения капитальных выработок (шахтных стволов, рудничного двора, капитальных бремсбергов, квершлаггов, разрезных траншей и др.) для уточнения геологических и инженерно-геологических условий их проходки. Часто необходима также детализация тектонического строения, изменчивости мощности и строения залежи полезного ископаемого, характера вмещающих пород в определенных блоках и участках шахтного (карьерного) поля в целях обоснования проектных решений в отношении систем, техники и технологии вскрытия и отработки объекта. Иногда для обоснования выбора проектной мощности предприятия, рационального размещения технических, коммунальных и других сооружений и зданий, разного рода коммуникаций требуется уточнение как в контуре детально разведанного рудничного поля, так и за его пределами перспектив прироста подсчитанных запасов и их геометризации на флангах, глубоких горизонтах за счет резервных и второстепенных пластов и залежей. Аналогичные задачи могут возникнуть в связи с изменением требований промышленности к минеральному сырью, для обоснования проектов реконструкции действующих предприятий или прекращения их деятельности. Все это задачи пятой стадии геологоразведочных работ. Следует иметь в виду, что рассматриваемые работы могут производиться и за пределами горного отвода. Главной их особенностью является то, что они производятся после окончания детальной разведки по инициативе и заданиям соответствующей отрасли горнодобывающей промышленности и самого предприятия и продолжаются от начала освоения месторождения до его полной отработки. Иногда работы этой стадии проводятся даже на старых отработанных и погашенных объектах в связи с проектами более полного использования минерального сырья, например с целью переработки отвалов, эфелей и т. п. Задача шестой стадии геологоразведочных работ эксплуатационной разведки — обеспечение перспективных планов добычи минерального сырья на действующем предприятии. Это составная часть задач общего геологического обслуживания горного предприятия, т. е. рудничной (шахтной) геологической службы. Во многих случаях работы пятой стадии также имеют эти же задачи.

1.2. Основы теории поисков, разведки и оценки месторождений полезных ископаемых. Общие положения

Теория тогда заслуживает этого названия, когда на основании ее можно предвидеть, предсказать неизвестные явления и процессы или их характерные черты. Предсказания, построенные на теоретической основе, называются прогнозом. Прогноз не исключает эвристического начала, но именно теоретическим обоснованием прогнозирование отличается от гадания. Планирование поисков производится на основании прогнозной сравнительной оценки перспективности района в отношении того или иного полезного ископаемого. Оценка месторождения по результатам поисковоразведочных работ — это предсказание о возможных запасах полезного ископаемого, его качестве и условиях разработки. Проектные разведочные планы и разрезы служат прогнозными построениями, которые являются основой проектирования и управления производством разведки. При выборе места для заложения каждой разведочной выработки, построении ее проектного разреза, расчет направления и глубины исходят из более или менее обоснованного предположения о геологическом строении данного участка, условий залегания пород и полезного ископаемого и т. п. Любое обобщение геологосъемочных, поисковых и разведочных данных неизбежно содержит элементы прогноза, так как геологические наблюдения по природе своей дискретны, а значения наблюдаемых параметров от точки к точке изменяются.

Иногда высказывается мнение, что нельзя сравнивать прогнозные построения при составлении, например, металлогенических карт для провинций с прогнозными разрезами для разведочной скважины или с построениями для оперативного плана эксплуатационного предприятия. Следует категорически отрицать правильность такого взгляда. Принципиальной разницы здесь нет: и в том, и в другом случае задача одна — обоснованно предвидеть явление или его характеристику, которые в настоящий момент неизвестны. Различие только в масштабе прогноза: в первом случае это масштабы 1:1000 000 — 1:200 000, а во втором 1:50 — 1:100. Причем крупномасштабный прогноз часто бывает более плодотворным, чем мелкомасштабный.

Прогнозирование для геолога-разведчика является безусловно одним из основных элементов его работы, поэтому необходимо разрабатывать теоретические основы и методы прогнозирования и уметь ими пользоваться. Объект поисков и разведки — полезное ископаемое (руда), которое образует геологическое тело (залежь) среди других геологических тел, сложенных так называемыми пустыми породами. Месторождение (залежь) полезного ископаемого в процессе поисков и разведки выделяется и изучается с целью установления наиболее целесообразного способа добычи минерального сырья и экономически эффективного его использования с возможной максимальной полнотой. Пустая порода отличается от полезного ископаемого по экономическим или геолого-экономическим показателям. Поэтому основу

теории поисков и разведки составляют вопросы экономики минерального сырья, его добычи, обработки и переработки. Залежь полезного ископаемого и месторождение в целом — геологические тела разного порядка. Их образование и пространственное размещение контролируются геологическими закономерностями, знание которых не менее важно для теории поисков и разведки.

Месторождения полезных ископаемых формируются и размещаются в земной коре в результате многообразных и сложных процессов. Геологические тела — образования многофакторные, а геологические закономерности по природе своей имеют вероятностный характер. Их выявление и осмысливание кроме применения геологических, геофизических и геохимических методов наблюдения и обобщения требует математического обоснования. Геолого-промышленные параметры, определяющие ценность месторождения, технику, технологию и экономику добычи, обработки и переработки сырья, изменчивы, поэтому результативность поисков и разведки различна. Предсказание средних значений параметров, степени и характера изменчивости их в заданном пространстве как явлений многофакторных и вероятностных требует для моделирования во многих случаях применения аппарата теории вероятности. Таким образом, сущность объекта поисков и разведки может быть вскрыта и описана методами трех наук: экономики, геологии и математики, которые являются таким образом фундаментом теории рассматриваемой дисциплины» Решение поисковых и разведочных задач требует применения комплекса методов указанных наук.

1.2. Горно-геологические основы

Поиски и разведка начинаются с умения отличать полезное ископаемое от пустой породы и промышленное месторождение от рудопроявления. Любое месторождение характеризуется конкретными значениями свойств или, как их называют, геолого-промышленных параметров: условий и глубины залегания, мощности рудных тел и вскрышных пород, мощности и положения безрудных прослоев, минерального состава и содержания полезных и вредных компонентов, устойчивости руд и вмещающих пород, размеров водопритоков и др. Конкретные значения каждого из них влияют на экономические показатели добычи, переработки и использования минерального сырья. Поэтому для промышленности необходимо определять предельные значения геолого-промышленных параметров (кондиция), при которых технически возможна и экономически целесообразна разработка месторождения. Кондиции служат для отделения (оконтуривания) промышленных руд, залежей, участков месторождения от непромышленных. С этой точки зрения геолого-промышленные параметры тесно взаимосвязаны: допустимые мощность и строение залежи зависят от качества полезного ископаемого, условий и глубины залегания и т. п. Поэтому разведка месторождения представляет собой по существу изучение геолого-промышленных параметров, закономерностей их изменения в пространстве, взаимной связи и влияния на технику и экономику

разработки месторождения. В результате ее проведения устанавливают оптимальные значения геолого-промышленных параметров, в соответствии с которыми производят оконтуривание и подсчет запасов промышленных руд. Мощность залежи. При рассмотрении значений мощности залежи в первую очередь следует различать рабочую (кондиционную) и нерабочую (некондиционную) мощности. Необходимо установить общий рабочий контур залежи, т. е. оконтурить площади с кондиционной мощностью. Внутри общего рабочего контура залежи в отдельных точках, блоках и участках она может иметь нерабочую мощность. Если точки с нерабочей мощностью или точки полного выклинивания залежи внутри рабочего контура отсутствуют, залегание тела, считают непрерывным. Если внутри рабочего контура имеются некондиционные блоки и участки большей или меньшей площади, то считают, что залежь имеет прерывистое залегание.

В практике горного и разведочного дела пользуются понятием устойчивости мощности или устойчивости залежи. Это понятие обратное прерывистости, но в него входит еще показатель величины площади рабочего контура. По устойчивости обычно выделяют четыре типа залежей.

1. Устойчивые залежи — непрерывно протягиваются, имея рабочую мощность в пределах шахтного поля, месторождения, района и даже бассейна. Иногда площадь рабочего контура залежи достигает на осадочных месторождениях десятков и сотен квадратных километров.

2. Относительно устойчивые залежи — в пределах площади рабочего контура встречаются отдельные точки и даже небольшие блоки с нерабочей мощностью. Суммарная площадь таких блоков составляет не более 25% всей площади рабочего контура.

3. Неустойчивые залежи — прерывистые. Внутри общего рабочего контура более или менее значительной площади встречаются блоки с нерабочей мощностью (или блоки пустых пород), занимающие в сумме до 50% площади рабочего контура.

4. Крайне неустойчивые залежи — блоки рабочей мощности относительно небольшой площади встречаются спорадически среди пустых пород или участков с нерабочей мощностью. Суммарная площадь рабочих блоков менее 50% всей площади залежи. Иногда крайне прерывистая по мощности залежь представлена рядом небольших тел, четкообразно, кулисообразно и беспорядочно залегающих в пределах одного горизонта или зоны.

Оконтуривание и разработка каждого такого тела в отдельности ввиду незначительной площади их нерациональны. В этих случаях приходится решать вопрос о кондиционности всего горизонта или зоны по коэффициенту рудоносности (продуктивности), т. е. по соотношению объемов всего продуктивного горизонта и полезного ископаемого в нем. Такие залежи иногда являются в промышленном отношении перспективными. Они отличаются большими запасами, хотя качество полезного ископаемого в них ниже вследствие разубоживания пустой породой, которую приходится извлекать вместе с полезным ископаемым. Устойчивость подобных залежей следует определять по устойчивости продуктивного горизонта (зоны), а не отдельных

скоплений полезного ископаемого. Непрерывный рабочий контур залежи (горизонта, зоны) может быть разобщен на отдельные блоки в результате эпигенетических пострудных процессов, в результате которых деформируется залежь, прерывается ее сплошность, иногда перемещают блоки в пространстве.

К таким процессам относятся, например, пострудные тектонические движения, внедрения магматических пород, эрозия и т. п. Сингенетическая прерывистость залежи, как правило, постепенная, плавная, эпигенетическая — резкая, скачкообразная. Исследуя устойчивость залежи, необходимо решать вопрос о геологической (генетической) природе изменчивости залежи по мощности, так как это может дать основание для выявления закономерностей изменчивости ее мощности. Кроме степени и характера устойчивости рабочей мощности залежи для разработки ее имеют большое значение размер и характер колебаний мощности залежи в пределах рабочего контура. Как известно, уменьшение мощности залежи приводит к снижению производительности горных работ. Особенно важно оконтурить блоки, где вследствие изменения мощности залежи необходимо изменение в технологии проходки подготовительных выработок и применение иных систем разработки. По мощности в горном деле выделяется обычно пять классов залежей: 1) тонкие — менее 1,0—1,5 м; 2) средние — от 1,0—1,5 до 3—4 м; 3) мощные — от 3—4 до 8—10 м; 4) весьма мощные — 10—50 м; 5) сверхмощные — более 50 м. При крутых углах падения залежей кондиции по мощности снижаются, в этих условиях для границ классов мощности следует брать соответственно нижние пределы. Одновременно с мощностью залежи изучают ее внутреннее строение. Допустимая мощность прослоев пустых пород внутри залежи и ее соотношение с мощностью прослоев полезного ископаемого определяется кондициями. Основное значение имеют изменения строения залежи, обуславливающие несоответствие ее параметров в отдельных блоках кондициям, а также изменения в пределах кондиций при расщеплении залежи на самостоятельные в горнотехническом отношении объекты.

Качество полезного ископаемого. Химический и минеральный состав полезного ископаемого, его технические и технологические свойства определяют способ, средства и стоимость его переработки, а также эффективность использования, что характеризует ценность (качество) полезного ископаемого. В химическом составе полезного ископаемого различают полезные и вредные компоненты. Полезные компоненты — это химические элементы и соединения, ради которых полезное ископаемое добывается, вредные — составные части, которые затрудняют его переработку или снижают качество получаемой из полезного ископаемого продукции. Например, небольшие содержания серы (больше 0,3%) и фосфора (более 0,15%) в железной руде и угле придают чугуны и стали хрупкость и ломкость. Если пытаться избавиться от них при переработке, то это снижает производительность плавки примерно на 5% на каждый 1% серы и 0,1% фосфора. Однако следует иметь в виду, что сами по себе сера и фосфор являются полезными компонентами, и если их отделить от железной руды или угля, то они составят дополнительную ценность соответствующих полезных

компонентов. Так, при содержании фосфора более 5% в железной руде при так называемом томасовском процессе выплавки получают высококачественную сталь и томасовские шлаки — ценное фосфатное удобрение. Возникает возможность более полного комплексного использования сырья. В большинстве случаев руда кроме главных содержит попутные компоненты. Иногда в случае очень небольших содержаний добыча их была бы не экономична, но при извлечении попутно с основными они представляют собой значительную ценность и являются важной сырьевой базой ряда важных и редких элементов. Например, такие общеизвестные попутные компоненты, как платиноиды в некоторых медно-никелевых рудах, кобальт в ряде магнетитовых месторождений, серебро, золото, кадмий, теллур в медно-свинцово-цинковых рудах, германий и уран в углях и др., часто повышают ценность месторождений по главным полезным компонентам вдвое, а запасы их даже выше, чем на крупных самостоятельных месторождениях этих компонентов. При оценке качества полезного ископаемого должен обязательно учитываться комплексный характер его, поскольку оценка только по основным компонентам является весьма приближенной и грубой. Для оценки качества многих полезных ископаемых решающее значение имеют их физические свойства, например для асбеста, слюды, алмазов, пьезооптического сырья, каолина, глины, графита и других из I группы так называемого горнорудного сырья. Здесь важны сорта полезного ископаемого в соответствии с требованиями ГОСТа и выход каждого сорта на единицу веса или объема сырья.

По содержанию и сортовому составу различают руды богатые, рядовые (средние) и убогие. Грубо это разделение можно проводить так: убогие — ниже кондиций, бедные — близки к кондициям, но несколько выше их, к богатым относятся часто руды, которые могут идти в заводскую переработку без обогащения, например железные руды с содержанием железа больше 50%. Однако для других металлов (олово, вольфрам) богатыми называются высокопроцентные руды, хотя для непосредственной металлургической плавки они непригодны и подлежат обогащению. Качество полезного ископаемого определяется не только содержанием в нем полезного компонента и сортностью, но и его технологическими свойствами. Последние являются часто решающим фактором при оценке как металлических, так и неметаллических полезных ископаемых. Бедные и даже убогие, но легко обогатимые руды при их эксплуатации часто дают больший экономический эффект, чем руды средние, но трудно обогатимые или требующие для извлечения металла больших затрат энергии, дефицитных материалов и труда.

Обогатимость полезного ископаемого определяется в результате его технологического опробования и испытания. Для ориентировки в оценке качества в табл. 1 приведены примерные характеристики некоторых полезных ископаемых по содержанию полезных компонентов. Для сравнения интересны данные о содержании металла в богатых рудах ряда известных мировых месторождений: Седбери (Канада) — Ni 2,6% +Cu 1,5—2,0%; Рио-Тинто (Испания)—Cu 2%; Бьют-Монтана (США)—Cu 4%; Тсумб (Заир) — Cu 10%; Брокен-Хилл (Австралия)—Pb 22%+Zn 32%; Кобальт (Канада) — Ca 0,6—10%;

Лаллагуа (Боливия) — Sn 2—4%; Альмаден (Испания) — Hg—4%; Витватерсранд (ЮАР) — Au 6,5 г/т + 11 — до 0,03%; Катанга (Заир) — Co 1% + Cu 4%. В отечественной разведочной практике следует в первую очередь обращать внимание на открытие и разведку высокопроцентных руд, так как разработка таких месторождений при большом объеме запасов экономически наиболее эффективна. Кондиционный состав и свойства полезного ископаемого являются показателями, на основе которых проводят рабочий контур залежи, определяют ее форму и мощность. Поэтому когда рассматривается морфология тела полезного ископаемого и, в частности, его мощность, прерывистость или непрерывность залегания, следует учитывать и качество полезного ископаемого. Например, пласт угля может иметь непрерывное залегание, кондиционную мощность на значительной площади, но в пределах этого контура в отдельных блоках зольность угля может быть выше кондиционной. Такие блоки следует исключить из промышленно пригодных контуров. В целом подобный пласт имеет прерывистое залегание. Пласты золотоносных конгломератов месторождения Витватерсранд (ЮАР) непрерывно протягиваются на площади в несколько тысяч квадратных километров, но блоки с промышленным содержанием золота площадью 1—3 км² залегают в них прерывисто.

Таким образом, при установлении непрерывного или прерывистого залегания полезного ископаемого следует учитывать условия залегания. По величине угла падения рудных тел различают: а) горизонтальное и весьма пологое залегание (0—5°), пологое залегание (5—25°); в) наклонное залегание (25—45°); г) крутое залегание (45—60°); д) весьма крутое залегание (60—90°). Выдержанные в пределах блока простирание и падение характеризуют простое залегание, независимо от того, залегают породы горизонтально, полого, наклонно или круто. Сложное залегание наблюдается при изменении (особенно резком) угла падения, например, из пологого в наклонное или крутое и т. п. Чем более резкие переходы, т. е. чем больше изменяются величина углов падения и направление простирания, тем сложнее условия для разведки и разработки месторождения. Крайней степенью сложности, этом отношении отличаются резкие флексурные изгибы, сжатые мелкие асимметричные складки, волнистость и плейчатость залегания. В одной и той же складке могут быть участки различной степени сложности: например, простое залегание на крыльях складки, сложное волнистое в сводовой ее части и очень сложное на переходе бортов ко дну коробчатых складок или в осложненных вторичной складчатостью замковых частях складки. Как правило более сложные пликвативные дислокации сопровождаются дизъюнктивными нарушениями, зонами смятия, раздавливания пород, резким изменением физических свойств боковых пород и полезного ископаемого. Дизъюнктивные нарушения осложняют горные работы если выходят за пределы мощности полезного ископаемого. Можно считать что крупные, но редкие дизъюнктивные нарушения с амплитудой в несколько десятков и сотен метров, как правило, вызывают меньше осложнений, чем небольшие по амплитуде, но частые

нарушения. Крупные нарушения почти всегда можно установить по данным геологического картирования и геофизическими методами. На стадии разведки необходимо проведение лишь дополнительных выработок для подсечения их на глубине. Они часто являются естественными границами шахтных полей и участков. Крайняя степень тектонической сложности возникает при сочетании мелких сжатых складок с частыми дизъюнктивными, беспорядочно ориентированными нарушениями. Рудные тела при этом становятся крайне прерывистыми. Отдельные участки или даже месторождения целиком в этом случае часто не пригодны к разработке. Причиной прерывистости тел полезных ископаемых может являться и пострудный магматизм — внедрение в продуктивную толщу секущих и пластовых магматических тел. Такие тела прерывают сплошность рудных тел, что иногда резко изменяет не только условия их разработки, но и качество полезного ископаемого. Степень осложнения залегания рудных тел в связи с пострудной магматической деятельностью зависит от размера магматических тел, их числа и взаимного расположения. Крайне сложное проявление магматической пострудной деятельности также может явиться причиной непромышленного значения месторождения или отдельных его частей. Как пликативная, так и дизъюнктивная тектоника иногда является положительным фактором в оценке промышленных перспектив месторождения. Например, в результате тектонических явлений могут быть сближены ранее разобщенные промышленно интересные зоны и тела месторождения, что повышает его общую продуктивность (сдвоение продуктивных свит в результате надвигов или взбросов, образования изоклинальных складок и т. п.). Устойчивость разреза вмещающих пород характеризуется наличием достаточно постоянных, легко различимых опорных маркирующих горизонтов, которые можно уверенно интерполировать, прослеживать, и на основании которых можно сопоставлять разрезы по отдельным разведочным выработкам и линиям, составлять геологические профили и осуществлять другие геологические обобщения. Для характеристики изменчивости мощности, строения вещественного состава залежи полезного ископаемого требуется прежде всего надежная идентификация ее в различных точках и сечениях. При этом необходима уверенность, что изучается одно и то же тело полезного ископаемого. Без надежного сопоставления разрезов тектонические построения также не обоснованы. Из вышеизложенного следует, что одной из важных задач геологоразведочных работ от региональных мелкомасштабных съемок до обобщения материалов по разведке является сопоставление и взаимная увязка разрезов.

Как правило, разрезы морских осадочных толщ являются наиболее выдержанными. Разрезы, сложенные изверженными породами, эффузивами, метасоматически измененными породами, часто наименее выдержанны и с трудом поддаются расшифровке. Условия разработки месторождения. Условия добычи полезного ископаемого характеризуются рядом геолого-промышленных параметров, в том числе и тех, которые рассмотрены выше (мощность и форма залежи, условия залегания тел полезного ископаемого и

вмещающих пород, прерывистость залежей и т. п.). Решающее значение для характеристики условий разработки имеются следующие специальные геологопромышленные параметры: глубина залегания, гидрогеологические и инженерно-геологические условия, крепость и твердость полезного ископаемого и боковых пород, газоносность, термальный режим месторождения. Глубина залегания полезного ископаемого рассматривается прежде всего с точки зрения способа разработки месторождения (открытый или подземный). Как правило, открытый способ разработки более эффективен по производительности труда, безопасности ведения горных работ и по себестоимости продукции. Экономическая эффективность открытой разработки месторождения определяется соотношением объемов (масс) вскрыши и полезного ископаемого.

Вскрыша — пустые породы, которые необходимо снять и удалить с залежи полезного ископаемого, чтобы ее обнажить для добычи. Выбор способа разработки основан на технико-экономических расчетах. При этом учитывается возможность использования пород вскрыши. Для приближенных суждений на этапе поисковых работ и первой стадии разведки можно пользоваться так называемым коэффициентом вскрыши, который определяется отношением мощности вскрыши к мощности залежи полезного ископаемого. Если залежь сложного строения или если имеется несколько тел, разделенных прослоями пустой породы, в мощность вскрыши следует включать и мощность пустых пород внутри залежи (между отдельными залежами), а мощность полезного ископаемого принимать суммарную по всем пачкам и отдельным телам.

Максимально допустимый коэффициент вскрыши колеблется в зависимости от ценности полезного ископаемого: для строительных материалов его принимают не более 1 : 3, для углей 1 : 6, для руд черных металлов 1 : 10, для цветных металлов до 1 : 40. Отметим, что в мировой практике горной промышленности уже действуют карьеры для открытой разработки полезных ископаемых глубиной более 500 м.

Максимальная глубина подземной разработки твердых полезных ископаемых в настоящее время превышает 3500 м (разработки золота и алмазов в Южной Африке и Индии). Подземные разработки глубиной 1500—2000 м встречаются довольно часто, а 1000—1500 м — обычная глубина при добыче угля, железа, солей и руд Цветных металлов во многих старых промышленных районах, например, в Донбассе, Кривом Роге, а также за рубежом — в Богемии, Рурском бассейне. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия.

В шахтной (рудничной) гидрогеологии месторождения разделяют по степени сложности гидрогеологических и инженерно-геологических признаков на четыре группы. I группа — месторождения простые: водопритоки в шахту или карьер отсутствуют, или составляют до 100—200 м³/ч; при освоении месторождения не требуется проведения специальных осушительных мероприятий. II группа — месторождения средней сложности: водопритоки в шахту или карьер составляют 200—500 м³/ч; требуется проведение в относительно небольшом объеме мероприятий по осушению или снижению напора подземных вод. Осуществление таких мероприятий особых осложнений

не вызывает. III группа — сложные месторождения: водопритоки в шахту или карьер составляют 600—1000 м³/ч; для вскрытия и эксплуатации требуется проведение предварительных и систематических мероприятий по осушению или снижению напора подземных вод. Осушительные мероприятия могут быть затруднены. IV группа — очень сложные месторождения: водопритоки в шахту или карьер составляют 1000—2000 м³/ч и более; проведение осушительных мероприятий затруднено.

К условиям, осложняющим разработку месторождений, относятся следующие: а) наличие в составе вмещающей толщи неустойчивых пород; б) наличие высоких напоров подземных вод как в кровле, так и подошве залежи полезного ископаемого; п) возможная временная (сезонная) или постоянная связь подземных вод с потоками или водоемами поверхностных вод; г) наличие мощных современных или древних сильнообводненных «аллювиальных отложений в составе наносов, покрывающих месторождение; л) карстовые явления; е) многолетняя мерзлота.

Полный курс лекций приведен в учебном пособии Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: курс лекций / Высоцкий Э. А., Кутырло В. Э., 2001: [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/51733> – Дата доступа 02.01.2023.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Тематика практических занятий

Занятие № 1. Ознакомление с основными типами полезных ископаемых (2 ч.).

Занятие № 2. Структурные поисковые предпосылки поисков месторождений полезных ископаемых в отрицательных структурах древних платформ (Восточно-Европейская, Сибирская и др.) (2 ч.).

Занятие № 3. Определение геологических условий залегания полезных ископаемых. (2 ч.).

Занятие № 4. Вторичные ореолы и их значение для поисков рудных месторождений и руд цветных металлов (2 ч.).

Занятие № 5. Шлиховой метод. (2 ч.).

Занятие № 6. Интерпретация диаграмм каротажа скважин, выделение песчаных и глинистых пород; выделение полезных ископаемых (каменная соль, гипс, ангидрит, фосфориты, известняки и др.) (2 ч.).

Занятие № 7. Определение поисковых критериев месторождений полезных ископаемых (2 ч.).

Занятие № 8. Геологическая документация месторождений полезных ископаемых (2 ч.).

Занятие № 9. Факторы, определяющие выбор технических средств поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (2 ч.).

Занятие № 10. Вычисление коэффициента корреляции.

Занятие № 11. Расчет минимального промышленного содержания полезного компонента по выработанному месторождению (2 ч.).

Занятие № 12. Подсчет запасов участка месторождения методом среднего арифметического (2 ч.).

Задание № 1

Тема: Закономерности размещения полезных ископаемых

Цель: Построение структурных карт

Ход работы:

1. По исходным данным постройте структурные карты по поверхности фундамента, кровле средней и верхней юры, нижнего и верхнего мела, палеогена (всего 6 структурных карт).

Сечение изогипс:

- для поверхности *фундамента* – 50 м,
- для поверхности *средней юры* – 25 м,
- для поверхности *верхней юры* – 25 м,
- для поверхности *нижнего мела* – 50 м,
- для поверхности *верхнего мела* – 50 м,
- для поверхности *палеогена* – 15 м.

2. Рассмотрите получившиеся карты и отметьте, какие антиклинальные складки присутствовали на территории в течение всей истории осадконакопления, а какие развивались с перерывами.

3. Рассмотрите полученные карты и выберите наиболее информативное направление (максимальные и минимальные отметки структур) геологического разреза так, чтобы он проходил через пробуренные скважины. Разрез может иметь изломы (таблица 1).

Таблица 1 – Исходные данные, Ч.1.

№ скв.	Альтитуда устья скважины	Глубина залегания кровли						Глубина залегания фундамента
		Q+N	Р	К ₂	К ₁	J ₃	J ₂	
1	113		98	399	964	2462	2563	3040
2	77		130	716	1273	2402	2470	2772
3	30		110	412	934	2375	2430	2649
4	136		130	456	1020	2426	2505	2859
5	10		102	546	1112	2434	2513	2867
6	43		124	442	1033	2438	2527	2939
7	50		142	526	1008	2335	2375	2568
8	83		113	612	1222	2436	2518	2878
9	67		101	578	1156	2412	2481	2784
10	56		118	408	984	2471	2577	3087

4. Описание геологического разреза осадочного чехла

Мезозойская группа (MZ)

Комплексы пород мезозойской группы включают отложения юрской и меловой систем.

Юрская система (J)

Юрская система представлена отложениями среднего и верхнего отделов. В разрезе отсутствуют породы нижнего отдела.

Средний отдел (J₂)

Нижняя часть среднего отдела представлена глинистыми породами темного цвета с обильной фауной. Характерная пористость от 4 до 6%, проницаемость до 0,1 мД. Верхняя часть среднего отдела представлена песчаными породами, местами ожелезненными с включением пропластков углей. Характерные значения пористости от 12 до 16%, проницаемости от 10 до 50 мД

Верхний отдел (J₃)

Верхний отдел юрской системы представлен черными битуминозными глинистыми породами баженовской свиты с обильной фауной. Характерные значения пористости до 5 %, проницаемости от 50 до 100 мД.

По литературным данным известно, что фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) сильно изменяются по площади.

5. Составить структурные карты кровли нижнего мела, верхней юры и фундамента ориентируясь на схему расположения скважин, приведённую на рисунке 1.

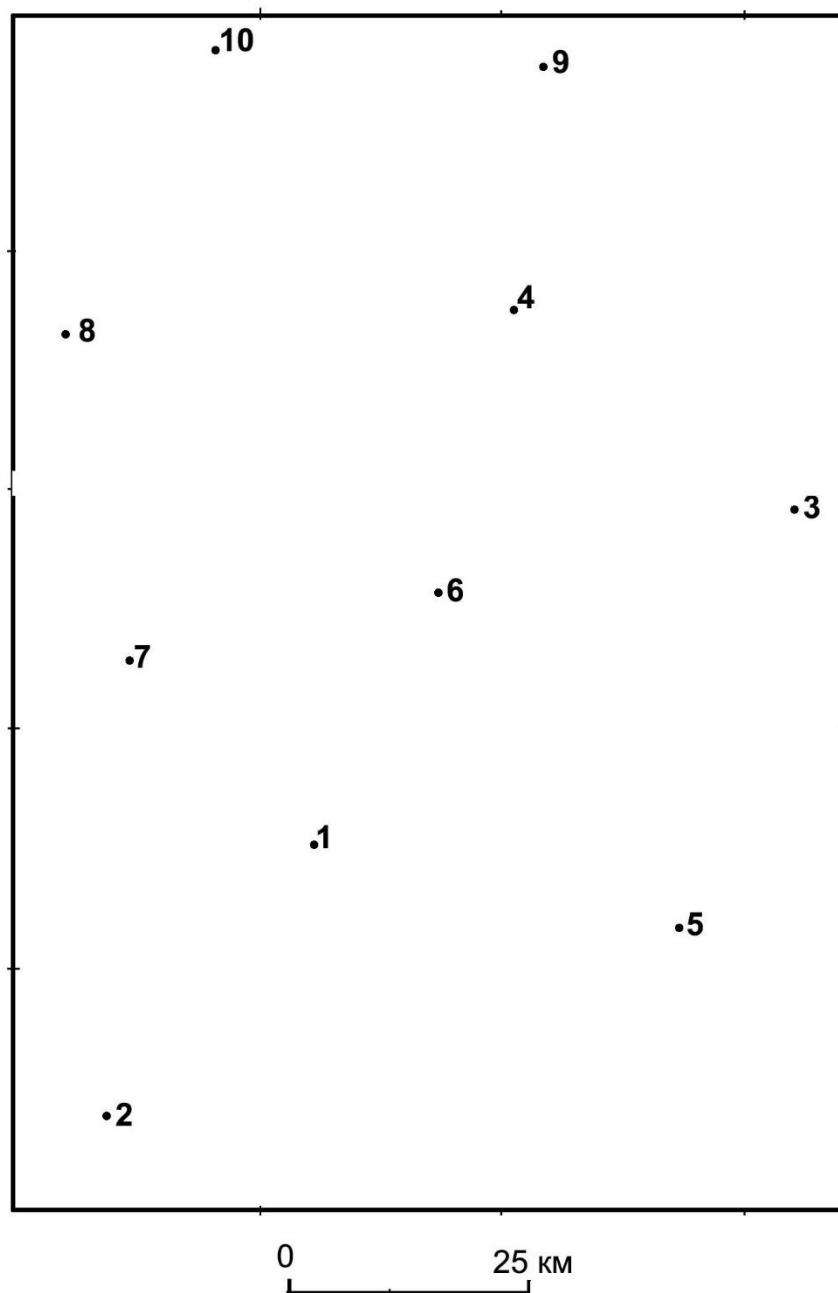


Рисунок 1 – Схема расположения скважин для построения структурных карт.

Меловая система (К)

Меловая система представлена отложениями нижнего и верхнего отделов.

Нижний отдел (К₁)

Нижний отдел К₁ представлен в нижней части, в основном, песчаным материалом, светлого, светло-серого цвета с обильной фауной. Характерные значения пористости от 10 до 16 %, проницаемости до 100 мД.

В верхней части - глинистая толща, с фауной. Характерные значения пористости 8-10%, проницаемости до 1 мД (таблица 2).

Верхний отдел (K₂)

Верхний отдел меловой системы представлен в нижней части песчаной толщей. Характерные значения пористости 20-25%, проницаемости до 50 мД с включениями около двадцати пропластков углей коричневого цвета. В верхней части глинистая темноцветная толща. Цвет свидетельствует о наличии органических остатков.

Кайнозойская группа (KZ)

Представлена отложениями палеогеновой (P) и неоген-четвертичной систем (N+Q).

Палеогеновая система (P)

Палеогеновая система представлена разномасштабными обломочными осадками коричневого цвета.

Неогеновая и четвертичная системы нерасчлененные (N+Q)

Представлены флювиоглициальными отложениями коричневого цвета.

Таблица 2 – Исходные данные, Ч.2.

№ скв.	Альтитуда устья скважины	Глубина залегания кровли						Глубина залегания фундамента
		Q+N	P	K ₂	K ₁	J ₃	J ₂	
1	113		98	399	964	2462	2563	3040
2	77		130	716	1273	2402	2470	2772
3	30		110	412	934	2375	2430	2649
4	136		130	456	1020	2426	2505	2859
5	10		102	546	1112	2434	2513	2867
6	43		124	442	1033	2438	2527	2939
7	50		142	526	1008	2335	2375	2568
8	83		113	612	1222	2436	2518	2878
9	67		101	578	1156	2412	2481	2784
10	56		118	408	984	2471	2577	3087

6. Составить структурные карты кровли нижнего мела, верхнего мела и кровли палеогена ориентируясь на схему расположения скважин, приведённую на рисунке 1.

Форма контроля: Сдача задания преподавателю

Задание № 2

Тема: Геологические поисковые критерии – предпосылки и признаки

Цель: Построение карт мощностей

Ход работы:

1. По исходным данным задания № 1 постройте карты мощности отложений верхней и средней юры, нижнего и верхнего мела, палеогена, неогена и квартера (всего 6 карт мощностей).

Сечение изопакит:

- для отложений *средней юры* – 50 м,
- для отложений *верхней юры* – 10 м,
- для отложений *нижнего мела* – 50 м,
- для отложений *верхнего мела* – 20 м,
- для отложений *палеогена* – 40 м,
- для отложений неогена и квартера – 10 м.

2. Рассмотреть получившиеся карты и отметить участки, где происходило минимальное и максимальное накопление отложений в течение каждого периода.

Следует обращать внимание, что:

При компенсированном прогибании накопленная за анализируемый интервал времени толщина осадочных горных пород пропорциональна величине прогибания дна бассейна осадконакопления за этот же период времени. Соответственно, максимальная мощность отложений будет соответствовать максимальному прогибанию территории и наоборот.

3. Составить структурные карты верхней, средней юры, нижнего и верхнего мела, отложений палеогена, неогена, квартера ориентируясь на схему расположения скважин, приведённую на рисунке 1.

Форма контроля: Сдача задания преподавателю

Задание № 3

Тема: Построение геологического разреза

Цель: Приобретение навыков, необходимых для построения геологического разреза в процессе поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

Ход работы:

1. Постройте геологический разрез по выбранной траектории (*через скважины 10-4-6-1-2*) (данные из задания № 1) с учетом литологического состава пород по данным описания геологического разреза.

2. На геологическом разрезе разными *цветами выделить:*
нефтематеринские породы, породы-коллекторы, породы-покрышу.

Вертикальный масштаб: в 1 см – 100 м.

Горизонтальный масштаб: как на карте

Оформите геологический разрез в соответствии с правилами оформления разрезов.

Для построения геологического разреза вам понадобится лист миллиметровка формата А3. Лист располагайте вертикально.

3. Построение геологического разреза

Описание построения геологического разреза приведено на примерах, отсутствующих в вариантах. Рисунки также не соответствуют ни одному из вариантов:

а) ориентировка направления разреза на чертеже. Западные румбы и строго южное направление располагаются;

б) построить вертикальную масштабную линию длиной не менее глубины самой глубокой скважины в масштабе и проградировать в соответствии с масштабом;

в) нанести положения стволов скважин, подписать их номера и подписать ориентировку разреза;

г) провести вторую вертикальную масштабную линию и проградировать ее;

д) вдоль ствола каждой скважины отложить вверх от нулевого значения высот величину альтитуды устья скважины; соединив полученные точки, изобразим линию рельефа (рисунок 2);

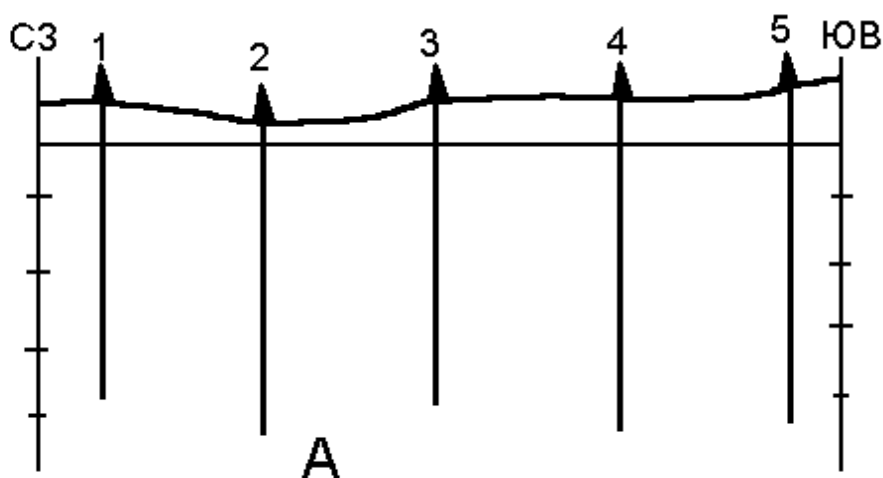


Рисунок 2 – Заготовка для геологического разреза

е) в первой скважине вниз каждый раз от устья (поверхности земли) откладывать последовательно глубины залегания подошвы всех встреченных отложений и забоя включительно; подписать индексы стратиграфических подразделений;

4. Повторить для всех скважин.

5. Соединить плавными линиями одноименные границы до масштабных линеек, начиная от молодых (рисунок 3).

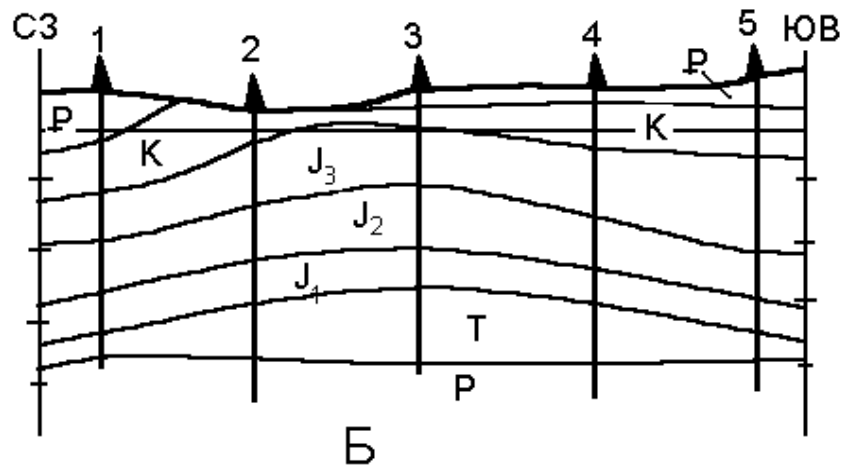


Рисунок 3 – Геологический разрез

6. Оформить работу по примеру рисунка 4.

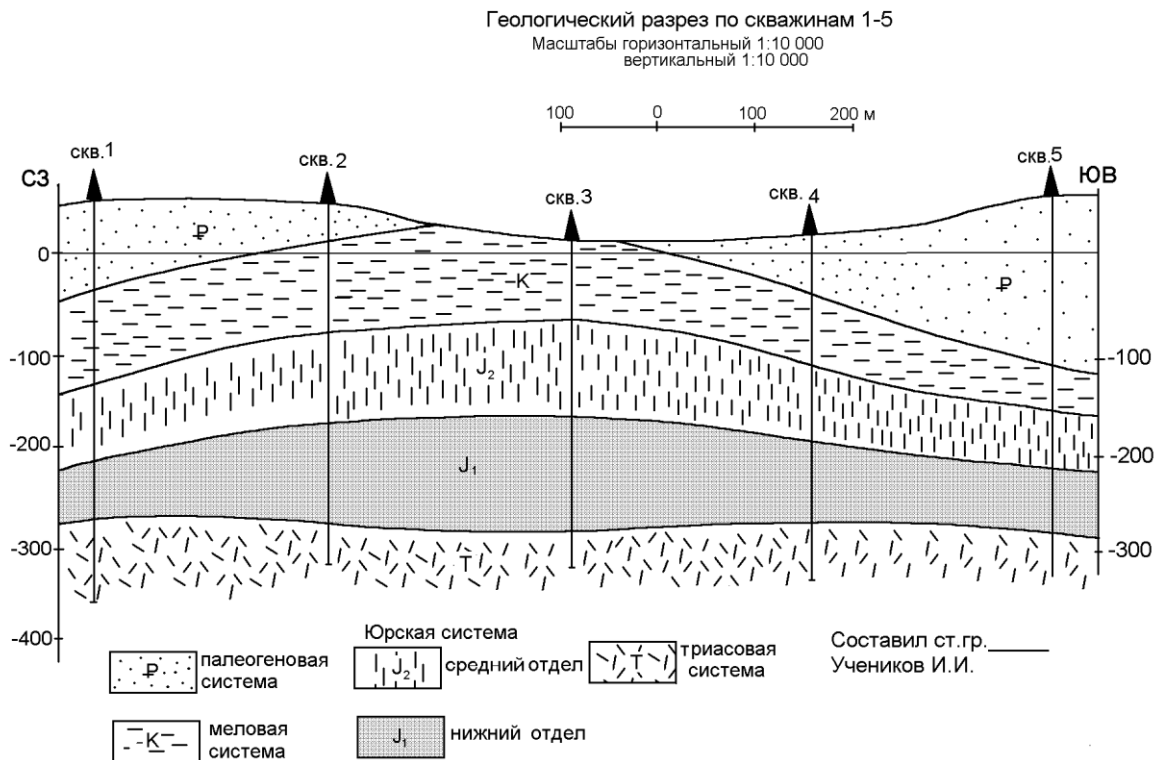


Рисунок 4 – Пример оформления геологического разреза

Форма контроля: Сдача задания преподавателю

Практический раздел ЭУМК содержит материалы по практическим и управляемым самостоятельным работам [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/297813> – Дата доступа: 02.01.2023.

2.2. Тематика семинарских занятий

1. Ознакомление с основными типами полезных ископаемых.
2. Структурные поисковые предпосылки поисков месторождений полезных ископаемых в отрицательных структурах древних платформ (Восточно-Европейская, Сибирская и др.).
3. Определение геологических условий залегания полезных ископаемых.
4. Вторичные ореолы и их значение для поисков рудных месторождений и руд цветных.
5. Шлиховой метод.
6. Интерпретация диаграмм каротажа скважин, выделение песчаных и глинистых пород; выделение полезных ископаемых (каменная соль, гипс, ангидрит, фосфориты, известняки и др.).
7. Определение поисковых критериев месторождений полезных ископаемых.
8. Геологическая документация месторождений полезных ископаемых.
9. Факторы, определяющие выбор технических средств поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.
10. Вычисление коэффициента корреляции.
11. Расчет минимального промышленного содержания полезного компонента по выработанному месторождению.
12. Подсчет запасов участка месторождения методом среднего арифметического.

2.3. Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Задание 1-5. Составление рефератов.

Тема 1.4. Закономерности размещения полезных ископаемых на древних платформах, складчатых областях, в Мировом океане.

Тема 1.8. Геохимические методы поисков.

Тема 2.3. Внешний контроль анализов лабораторных проб минерального сырья.

Тема 2.3. Методы математической статистики для обработки данных опробования.

Тема 2.3. Решение поисковых задач по оконтуриванию полезных ископаемых.

Форма контроля – реферат в письменном виде, тестирование

Полный текст заданий управляемых самостоятельных работ и материалы для самоподготовки находятся по адресу: Вспомогательные материалы для выполнения управляемых самостоятельных работ по курсу «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/297809> – Дата доступа: 02.01.2023.

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Вопросы к зачёту по дисциплине

1. Классификация геолого-промышленных типов месторождений металлических полезных ископаемых
2. Главные геолого-промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых
3. Главные геолого-промышленные типы месторождений индустриального сырья
4. Группы месторождений различной степени сложности геологического строения
5. Общие принципы разведки и освоения месторождений полезных ископаемых
6. Оценка опознаваемости и оценка выявляемости
7. Запасы твёрдых полезных ископаемых и содержащихся в них полезных компонентов по их экономическому значению
8. Структурно-формационный анализ как ведущий критерий прогнозной оценки территории
9. Полезное ископаемое. Основные свойства «полезного ископаемого». Категоризация запасов месторождений полезных ископаемых.
10. Провинции полезных ископаемых, область (пояс, бассейн), район, рудное поле, тело, или залежь полезного ископаемого
11. Морфоструктурные параметры рудных тел
12. Признаки классификации промышленных типов рудных месторождений
13. Поисковые критерии
14. Структурные поисковые предпосылки поисков месторождений полезных ископаемых с позиции тектоники литосферных плит
15. Поисковые признаки
16. Поисковые признаки: прямые и косвенные Типы геологических обстановок и методика поисков в различных геологических условиях
17. Классификация поисковых методов
18. Геофизические методы поисков.
19. Биогеохимические и атмогеохимические методы поисков.
20. Прогнозно-поисковые модели месторождений и прогнозно-поисковые комплексы
21. Основы оценки прогнозных ресурсов
22. Технические средства разведки
23. Системы разведки
24. Системы горных выработок
25. Группа буровых систем разведки
26. Главные правовые акты, определяющие условия недропользования
27. Принципы разведки
28. Запасы твердых полезных ископаемых по степени их разведанности

29. Разведочный этап ГРР
30. Основные задачи геологической службы на горных предприятиях
31. Факторы, определяющие выбор способа и системы разработки
32. Факторы, определяющие выбор системы разведки
33. Технические средства разведки: геофизические методы
34. Оценка относительной точности разведочных разрезов
35. Использование методов математической статистики для решения геологоразведочных задач
36. Определение корреляции между компонентами. Коэффициент корреляции

3.2. Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Выбор способа опробования и определение расстояний между пробами
2. Значение и виды опробования месторождений полезных ископаемых в зависимости от поставленных задач
3. Способы взятия проб
4. Способы опробования: штуфной, валовой, шпуровой и способ вычерпывания
5. Способы отбора проб в горных выработках и естественных обнажениях
6. Способы опробования относящиеся к группе Линейных
7. Точечные пробы
8. Бороздовый и задииковый способы опробования
9. Оценка достоверности геологического опробования горных выработок и скважин
10. Обработка и сокращение про
11. Контроль качества обработки проб
12. Контроль анализов (внутренний, внешний и арбитражный)
13. Случайные и систематические погрешности анализов
14. Что представляют собой разведочная сеть?
15. Форма разведочной сети при изотропном строении продуктивной залежи
16. Методы оптимизации разведочной сети и её параметров
17. Плотность разведочной сети и достоверность результатов разведки
18. Оконтуривание рудных тел для подсчета запасов
19. Способы и основные принципы оконтуривания рудных тел
20. Характер и степень изменчивости свойств месторождений полезных ископаемых.
21. Основные показатели кондиций месторождений
22. Методика определения кондиций
23. Минимальное промышленное содержание полезного компонента
24. Максимальное допустимое содержание вредных примесей в рудах.

25. Минимальная мощность тел полезных ископаемых, включаемых в подсчет запасов и максимальная допустимая мощность прослоев вмещающихся пород.
26. Попутные компоненты, подлежащие учету при разведке месторождений комплексных руд
27. Коэффициент рудоносности. Допустимая величина коэффициента рудоносности.
28. Количественные характеристики основных свойств оруденения (коэффициент рудоносности, показатель сложности, коэффициент вариации мощности и содержания)
29. Вскрытие месторождения шахтами и подготовка его к разработке
30. Открытая разработка полезных ископаемых
31. Подземные системы разработки месторождений
32. Геотехнологические методы разработки полезных ископаемых
33. Виды кондиций
34. Основные параметры, используемые при подсчете полезных ископаемых.
35. Определение параметров подсчета запасов полезных ископаемых
36. Способы подсчета запасов полезных ископаемых.
37. Подсчет запасов методом среднего арифметического
38. Подсчет запасов способом геологических блоков
39. Подсчет запасов методом эксплуатационных блоков.
40. Подсчет запасов методами треугольников, многоугольников
41. Подсчет запасов методом изолиний
42. Поправочные коэффициенты к подсчету запасов
43. Подсчет запасов способом разрезов.
44. Способы измерения площадей тел полезных ископаемых

3.2. Темы рефератов

1. Закономерности размещения полезных ископаемых на древних платформах, складчатых областях, в Мировом океане.
2. Геохимические методы поисков.
3. Внешний контроль анализов лабораторных проб минерального сырья.
4. Методы математической статистики для обработки данных опробования.
5. Решение поисковых задач по оконтуриванию полезных ископаемых.

3.3. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа ведется на основании Положения о самостоятельной работе студентов (курсантов, слушателей), утвержденном Министром образования Республики Беларусь от 06 апреля 2015 г.

По изучаемой дисциплине планируется:

- выполнение творческих, исследовательских заданий;
- работа с литературными источниками, в том числе с научными статьями;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
- научные доклады;
- написание тематических докладов и эссе на проблемные темы.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

- собеседования – 10 %;
- устные опросы – 10 %;
- отчет по практической работе – 20 %;
- отчет по лабораторной работе – 40 %;
- тестирование – 10 %;
- реферат – 10 %

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положение о рейтинговой системе БГУ;
3. Критерии оценки студентов (зачтено).
4. Итоговая оценка формируется из рейтинговой оценки итогового контроля текущей успеваемости (40%) и результата ответа на зачёте (60%).

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Учебно-методическая карта по учебной дисциплине (ч.1.)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7		9
	Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (116 ч.)	68	32	6			10	
1.	Раздел 1. Поиски месторождений полезных ископаемых(68 ч.)	38	22	4			4	Тестирование
1.1.	Введение (2 ч.)	2						
1.2	Закономерности размещения полезных ископаемых (10 ч.)	6	2				2	Текущий опрос Проверка практич. работ
1.3	Общие основы классификации запасов (2 ч.).	2						Текущий опрос
1.4	Стадийность геологоразведочных работ (6 ч.)	4		2				Текущий опрос
1.5	Геологические поисковые критерии – предпосылки и признаки (8 ч.)	4	4					Текущий опрос Проверка практич. работ
1.6	Поисковые признаки месторождений(4 ч.)	2	2					Текущий опрос
1.7	Методы поисков полезных ископаемых (16 ч.)	6	8				2	Текущий опрос Проверка практич. Работ. Реферат
1.8.	Природные факторы ведения поисковых работ(12 ч.)	6	4	2				Текущий опрос Проверка практич. работ
1.9	Технические средства поисков и разведки месторождений, техника безопасности и охрана труда (8 ч.)	6	2					Текущий опрос Проверка практич. работ

Продолжение таблицы

2	Раздел 2. Разведка месторождений полезных ископаемых (48 ч.).	30	10	2		6	Тестирование
2.1	Задачи, принципы и основные методы разведочных работ (2ч.)	2					Текущий опрос
2.2	Системы разведки (4 ч.).	4					Текущий опрос
2.3	Опробование полезных ископаемых (18 ч.).	12	2	2		2	Контрольный опрос Проверка практич. Работ Реферат
2.4	Методы математической статистики для обработки данных опробования минерального сырья (6ч.)	2	2			2	Текущий опрос Проверка практич. работ
2.5	Требования промышленности к минеральному сырью (кондиции) (4 ч.).	2	2				Текущий опрос
2.6	Оконтуривание тел полезных ископаемых (6 ч.).	2	2			2	Текущий опрос Проверка практич. работ
2.7	Основные методы подсчета запасов (4 ч.).	2	2				Текущий опрос
2.8	Системы разработки месторождений полезных ископаемых (2 ч.).	2					Текущий опрос
2.9	Геологическая служба на горных предприятиях (2 ч.).	2					Контрольный опрос

4.2. Рекомендуемая литература

Основная

1. Авдонин, В.П., Ручкин, Н.Н., Шатагин, Т.И. и др. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Учебник для вузов / В. П. Авдонин – Москва: Академический проект, 2020 – 540 с.

2. Игнатов П. А., Старостин, В. И. Геология полезных ископаемых. Учебник для вузов / П. А. Игнатов – Москва: Академический проект, 2020. – 515 с.

3. Лощинин В.П. , Пономарёва Г. А. Поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. Практикум / В. П. Лощинин – Саратов: Профобразование, 2020. – 102 с.

Дополнительная

4. Аристов, В. В. Поиски твердых полезных ископаемых. Учебное пособие для вузов / В. В. Аристов – М.: Недра, 1975. – 253 с.

5. Геологические критерии поисков месторождений полезных ископаемых в Беларуси; пособие / Ред. Э. А. Высоцкий [и др.] / – Минск: БГУ, 2009. – 169 с.

6. Каждан, А. Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. Учебное пособие для вузов / А. Б. Каждан – М.: Недра, 1977. – 327 с.

7. Крейтер, В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Учебник для вузов / В. М. Крейтер – М.: Недра, 1969. – 384 с.

4.3. Электронные ресурсы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> – Дата доступа 2.01.2023.
2. Электронная библиотека БГУ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/> – Дата доступа 2.01.2023.
3. Образовательный портал факультета географии и геоинформатики БГУ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edugeo.bsu.by> – Дата доступа 2.01.2023.