

**Приложение 2 к РПД Месторождения полезных ископаемых**  
**Специальность- 21.05.04 Горное дело**  
**Специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых»**  
**Форма обучения – заочная**  
**Год набора - 2020**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ**  
**АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.04 Горное дело
3.	Специализация	№6 «Обогащение полезных ископаемых»
4.	Дисциплина (модуль)	Месторождения полезных ископаемых
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2020

**2. Перечень компетенций**

- владеть навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1);
- готовность выполнять комплексное обоснование открытых горных работ (ПСК-3.1).

### 3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Введение. Предмет и задачи курса	ПК-1, ПСК-3.1	историю и основные этапы развития горнорудного производства. Роль российских и зарубежных учёных в развитии науки о месторождениях полезных ископаемых. Основные разделы науки о полезных ископаемых. Основные понятия и определения. Методы изучения месторождений.	оценивать влияние свойств горных пород, а также состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых, практическое значение полезных ископаемых в народном хозяйстве страны. Владеть компьютерными методами и способы решения задач горного производства.	основными методиками определения свойств горных пород, строительных материалов и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях и навыками обработки полученных экспериментальных данных. Горно-графической документацией.	Решение задач
2. Краткая история учения о геологии месторождений полезных ископаемых. Методы изучения месторождений	ПК-1, ПСК-3.1	историю возникновения сферы промышленной деятельности человечества; работы по извлечению и переработке полезных ископаемых. Основные этапы развития горнорудного производства. Величину потребления минерально-сырьевых ресурсов на душу населения в нашей стране и в мире. Обеспеченность МСР РФ на ближайшую перспективу. «Концепцию национальной безопасности РФ»	определять направления и сбалансированность отечественной стратегии в сфере МСР. Направления и принципы государственной политики в сфере минерально-сырьевой безопасности страны. Адаптировать типовые технико-технологические решения к конкретным горно-геологическим условиям; выполнять чертежи и геологические разрезы в компьютерном режиме.	современными методами выбора основных параметров физико-химической геотехнологии. Методами и методиками физико-химических исследований.	
3. Строение и состав месторождений твердых полезных ископаемых. Площади распространения, геологическая структура	ПК-1, ПСК-3.1	особенности строения, химический, петрографический и минеральный состав горных пород рудных	проводить испытания горных пород при исследовании их физико-механических свойств. Определять геологическую	основными методиками определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях	Решение задач.

рудных полей и месторождений. Минеральный и химический состав руд. Текстура и <i>структура</i> руд. Этапы и стадии формирования месторождений.		месторождений; особенности процессов физико-химического воздействия на состояние полезного ископаемого. Основные пространственно-планировочные и технико-технологические решения.	структуру рудных полей и месторождений, химический и минеральный состав руд, текстуру и <i>структуру</i> руд, этапы и стадии образования месторождений, морфологию тел рудных тел Перечень основных требований к минеральному сырью.	обработки полученных экспериментальных данных.	
4. Промышленные типы месторождений и их генетическая классификация. Эндогенные, экзогенные и метаморфогенные серии. Подразделения на группы, классы и подклассы (по В.И.Смирнову).	ПК-1, ПСК-3.1	свойства и классификации горных пород; параметры состояния породных массивов; закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей.	формулировать задачи горного производства для их решения с помощью стандартных и специальных компьютерных программ.	навыками применения стандартного и специализированного программного обеспечения при проектировании и эксплуатации карьеров.	Решение задач.
5. Характеристика главных групп месторождений. Химический и минеральный состав руд; физико-химические условия их образования. Структура и геологические условия залегания. Примеры наиболее типичных месторождений.	ПК-1, ПСК-3.1	методы технологического моделирования; методы геостатистического анализа; свойства и классификации горных пород; параметры состояния породных массивов; закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей.	определять промышленные типы месторождений черных, цветных, лёгких, редких, радиоактивных и благородных металлов. Классифицировать виды минерального сырья по их использованию. Выделять геологические формации минеральных месторождений	навыками разработки проектных решений по реализации физико-химической геотехнологии в конкретных горно-геологических условиях. Информацией о наиболее типичных месторождениях.	Контрольная работа № 1.
6. <i>Эндогенные</i> месторождения. <i>Магматические</i> месторождения. <i>Ликвационные</i> , ранне- и позднемагматические месторождения. <i>Пегматитовые</i> месторождения. <i>Карбонатитовые</i> месторождения.	ПК-1, ПСК-3.1	особенности строения, химический, петрографический и минеральный состав горных пород и руд. Основные методы определения свойств горных пород и породных массивов. Связь с магматизмом. Источники минерального вещества и воды. Зональность. Рудные	оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых.	современной химической научной терминологией; методами качественного и количественного элементного анализа.	Контрольная работа № 2.

Скарновые месторождения. Гидротермальные месторождения. Их классификация. Связь с магматизмом. Источники минерального вещества.		столбы. Изменения вмещающих пород. Ореолы рассеяния гидротермальных происхождений			
7. Экзогенные месторождения. Месторождения выветривания. Агенты выветривания. Остаточные и инфильтрационные месторождения и их полезные ископаемые. Россыпные месторождения. Осадочные месторождения. Вулканогенные осадочные месторождения.	ПК-1, ПСК-3.1	месторождения выветривания. Агенты выветривания. Остаточные и инфильтрационные месторождения и связанные с ними полезные ископаемые. Поверхностные изменения месторождений полезных ископаемых. Зоны окисления и вторичного сульфидного обогащения.	россыпные месторождения. Механизм и условия образования россыпей. Свойства минералов, накапливающихся в россыпях. Классификация россыпей и связанные с ними полезные ископаемые. Определять условия образования россыпей. Классифицировать их. Определять свойства минералов в россыпях.	информацией об осадочных месторождениях. Механические, химические, биохимические и вулканогенные осадочные месторождения и связанные с ними полезные ископаемые.	Реферат. Групповая дискуссия
8. Метаморфогенные месторождения. Метаморфизованные (регионально- и контактово-метаморфизованные) и метаморфические месторождения. Связанные с ними полезные ископаемые.	ПК-1, ПСК-3.1	особенности строения, химический, петрографический и минеральный состав горных пород рудных месторождений. Определения фазовых состояний вещества в РТ координатах. Понятия о метаморфических фациях.	выполнять термодинамические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах, тепловых эффектов химических реакций.	основными физико-химическими расчетами состояния поверхности минералов.	Доклад с презентацией.. Групповая дискуссия
9. Основные способы подсчета запасов руд и металлов.	ПК-1, ПСК-3.1	область эффективного применения физико-химической геотехнологии; методы построения блочных трехмерных моделей рудных месторождений. Принципы моделирования месторождений полезных ископаемых, горнотехнических объектов	работать в системах автоматизированного проектирования (САПР) при формировании блочных трехмерных моделей рудных месторождений. Оконтуривание рудных тел. Общие формулы для подсчета запасов. Вычисление среднего	навыками интерпретации данных геологической базы; основными принципами выполнения геометрических построений применительно к конкретным горно-геологическим условиям.	Устный опрос на понимание терминов

		<p>и технологических процессов; системы автоматизированного проектирования. Классификацию запасов по степени разведанности и подготовленности их к добыче. Параметры для подсчета запасов.</p>	<p>состава руд, полезных компонентов в отдельных блоках и их запасов. Основные способы подсчета объёмов и запасов руд и металлов. Вычислять погрешности подсчета запасов, потери и разубоживание руд. Вести текущий учет запасов на руднике.</p>		
--	--	--	--	--	--

## 4. Критерии и шкалы оценивания

### 4.1 Устный опрос на понимание терминов во время лекции

Процент правильных ответов	До50	51-60	61-80	81-100
Количество баллов за ответы	0	1	2	3

### 4.2 Доклад с презентацией во время лекции

Баллы	Характеристики выступления обучающегося
10	<ul style="list-style-type: none"><li>– студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li><li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li><li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li><li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li><li>– делает выводы и обобщения;</li><li>– свободно владеет понятиями</li></ul>
5	<ul style="list-style-type: none"><li>– студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li><li>– не допускает существенных неточностей;</li><li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li><li>– аргументирует научные положения;</li><li>– делает выводы и обобщения;</li><li>– владеет системой основных понятий</li></ul>
3	<ul style="list-style-type: none"><li>– тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li><li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li><li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li><li>– слабо аргументирует научные положения;</li><li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li><li>– частично владеет системой понятий</li></ul>
0	<ul style="list-style-type: none"><li>– студент не усвоил значительной части проблемы;</li><li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li><li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li><li>– не может аргументировать научные положения;</li><li>– не формулирует выводов и обобщений;</li><li>– не владеет понятийным аппаратом</li></ul>

### 4.3. Решение задач во время лекции

**5** балла выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**3** балла выставляется, если студент выполнил не менее 80% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

**1** балл выставляется, если студент выполнил не менее 60% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов выставляется, если студент выполнил не менее 50% рекомендованных задач, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

#### 4.4. Реферат во время лекции

Баллы	Характеристики ответа студента
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет понятиями.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой основных понятий.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой понятий.</li> </ul>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент не усвоил значительной части проблемы;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет понятийным аппаратом.</li> </ul>

#### 4.5 Контрольная работа во время лекции

Баллы	Содержание работы
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание работы соответствует выданному заданию;</li> <li>- контрольное задание выполнено уверенно, логично, последовательно и грамотно;</li> <li>- все расчеты сделаны без ошибок;</li> <li>- выполненная графика соответствует стандартным требованиям;</li> <li>- выводы и обобщения аргументированы;</li> <li>- ссылки на литературу соответствуют библиографическим требованиям.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные требования к работе выполнены, но при этом допущены некоторые недочёты;</li> <li>- имеются неточности в стиле изложения материала;</li> <li>- имеются упущения в оформлении графики.</li> </ul>

<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа выполнена на 50%;</li> <li>- имеются существенные отступления от требований к оформлению графических материалов и текста;</li> <li>- допущены ошибки в расчетах;</li> <li>- отсутствует логическая последовательность в выводах;</li> <li>- отсутствуют ссылки на литературные источники.</li> </ul>
<b>0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обнаруживается полное непонимание сути выполняемой работы;</li> <li>- имеется большое количество грубейших ошибок;</li> <li>- отсутствуют практические навыки и теоретические знания предмета.</li> </ul>

#### 4.6 Выполнение задания на составление глоссария и опорного конспекта

Критерии оценки	Количество баллов
1. Содержание глоссария соответствует темам изучаемой дисциплины. Термины расположены в алфавитном порядке.	<b>5</b>
2. Опорный конспект отвечает предъявляемым требованиям и включает все пройденные темы. Грамотно изложен текст, аккуратно оформлены все иллюстрации и рисунки к тексту.	<b>5</b>
<b>Итого:</b>	<b>10 баллов</b>

#### 4.7 Групповая дискуссия во время лекции

Процент правильных ответов	До 50	>50
Количество баллов за ответы	<b>0</b>	<b>1</b>

**5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

##### 5.1 Типовое тестовое задание на понимание терминов

Ниже приводятся определения важнейших терминов по данной теме. Выберите правильное определение для каждого термина из списка:

1. Аллиты.
2. Апофиза.
3. Астроблемы.
4. Березит.
5. Бластомилониты.
6. Гипабиссальные интрузии.
7. Грейзен.
8. Диагенез.
9. Железная шляпа.
10. Зона окисления.
11. Изоморфизм.
12. Импациты.
13. Катазона.
14. Кливаж.
15. Коматииты.
16. Лампроит.
17. Латериты.

18. Ликвация.
19. Материнская интрузия.
20. Региональный метаморфизм).
21. Метасоматоз (метасоматиты).
22. Милониты.
23. Олистростромы.
24. Офиолиты.
25. Перидотиты.
26. Письменный гранит (еврейский камень).
27. Рудокласты.
28. Седиментогенез.
29. Тектиты.
30. Штокверки.

А – рудные тела различной формы, сложенные рудами с прожилково-вкрапленными текстурами.

Б – породы с признаками проплавления и ударных трещин, образованные в результате космоударных явлений.

В – стадия накопления осадочного материала.

Г – обломки и катуны колчеданной и другой руды в вулканогенно-осадочных отложениях.

Д – горная порода с пегматитовой структурой.

Е – оливиновые (до 90%) породы с пироксеном и роговой обманкой с примесью хромшпинелида, граната, ильменита, анортита, флогопита, корунда и др.

Ж – комплекс метаморфизованных ультраосновных и основных пород и глубоководных отложений, интерпретируемый как образование океанической земной коры.

З – хаотические скопления переотложенных обломков и крупных глыб более древних пород (олистолитов), формирующиеся во время оползней по склону бассейнов (океаническому и др.) в связи с активными поднятиями и повышенной активной сейсмичностью.

И – породы (тектониты), перетёртые в зонах разломов до глинистого размера.

К – всякое замещение горной породы, при котором растворение старых минералов и отложение новых происходит почти одновременно так, что в течение процесса замещённые горные породы всё время сохраняют твёрдое состояние.

Л – формируется над зонами гранитизации в областях гранитогнейсовых куполов.

М – интрузия, которая предполагается как расплав, генерировавший пегматит.

Н – процесс разделения жидкости на две или более несмешивающиеся жидкие фазы; магматическая ликвация – такое же разделение алюмосиликатных, сульфидных, карбонатных или фосфатных расплавов.

О – бокситоносные красноцветные породы кор выветривания тропических зон, состоящие в основном из каолинита, гиббсита,галлуазита, оксидов железа,магнетита и оксида титана.

П – щелочно-ультраосновная порода эффузивного облика, содержащая оливин, диопсид, флогопит, лейцит или санидин, щелочной амфибол (рихтерит) и алмаз.

Р – ассоциация метаморфизованных вулканических и субвулканических пород ультраосновного, основного и среднего состава, образованных в субмаринных условиях и слагающих древнейшие архейские зеленокаменные пояса на щитах древних платформ.

С – система однонаправленных мелких трещин, может иметь породное (например. По напластованию) и тектоническое (например, по осевой поверхности складок) происхождение.

Т – самые глубинные уровни метаморфического и тектонического преобразования вещества земной коры, где преобладают вязко-хрупкие и вязкие деформации.

У – породы, образованные космоударным путём.

Ф – явления замещения однотипных ионов одних элементов в кристаллах другими без изменения минерального вида.

Х – приповерхностные преобразования рудных залежей, обусловленные окислением, гидратацией, растворением и выщелачиванием составляющих их минералов.

Ц – верхняя часть окисления сульфидных рудных тел, состоящая в основном из гидроксидов железа.

Ч – стадия преобразования обводнённого, обычно илистого осадка в осадочную горную породу, происходящая на дне водоёмов.

Ш – кварц-сланцевая (биотит, мусковит, цинвальдит, лепидолит) порода с заметным количеством флюорита, топаза, турмалина и берилла.

Щ – массивы, застывшие недалеко (1,5 – 3 км) от поверхности Земли.

Ы – тонко- и мелкозернистые породы, имеющие флюидальную текстуру и образованные в результате бластеза.

Ъ – метасоматическая порода, состоящая из кварца, серицита, железистого кальцита (анкерита), хлорита и пирита.

Э – округлые депрессии кратерного вида, которые имеют признаки космоударного происхождения.

Ю – вытянутая часть (ответвление) интрузии, дайки или жилы.

Я – породы коры выветривания, содержащие свободные гидроксиды железа, алюминия и минералы группы каолинита.

**Ключ:** Я-1, Ю-2, Э-3, Ъ-4, Ы-5, Щ-6, Ш-7, Ч-8, Ц-9, Х-10, Ф-11, У-12, Т-13, С-14, Р-15, П-16, О-17, Н-18, М-19, Л-20, К-21, И-22, З-23, Ж-24, Е-25, Д-26, Г-27, В-28, Б-29, А-30.

## 5.2 Типовые задачи с решением

### *Пример решения задачи*

В рудах, обладающих сложным минеральным составом, ценные компоненты входят в различные минералы, причем не из всех минералов они могут быть экономически выгодно извлечены.

В этих условиях большое значение приобретает знание баланса распределения компонентов между минералами или продуктами обогащения, что выявляется в процессе минералогического или технологического опробования.

Для решения задач, связанных с балансом распределения компонентов, нужно владеть методами пересчета химического состава руд на минеральный и обратно, объемных процентов на весовые и обратно, а также линейными системами уравнений с двумя-тремя неизвестными.

**Пример 1.** Руда содержит пирит, халькопирит и кварц. В руде, пирите и халькопирите известно содержание теллура. По этим данным можно рассчитать баланс распределения теллура между минералами (см. таблицу 1).

Для определения баланса необходимо сумму произведений содержаний (в четвертой графе таблицы) принять за 100% и рассчитать, какая доля в процентах от этой суммы приходится на каждый минерал.

Таблица 1

**Распределение главных минералов и теллура в руде  
после пересчета баланса распределения компонентов**

Минералы	Содержание минерала в руде, %	Содержание теллура в минерале, %	Произведение содержаний	Баланс распределения теллура, %
Пирит	50	0.002	0.100	67
Халькопирит	10	0.005	0.050	33
Кварц	40	0	0	0
Руда в целом	100.0	0.0015	0.150	100.0

### 5.3 Контрольные работы

В процессе изучения курса студенты выполняют контрольные работы, для решения которых преподавателем подготовлены специальные методические указания:

1. Лыткин, В.А. Рудничная геология: методические указания к контрольным работам / В.А. Лыткин, А.В. Лыткина. – Апатиты: Изд. КФ ПетрГУ, 2005.–30 с.

2. Задачник-практикум по дисциплине «Месторождения полезных ископаемых» (Лыткин, В.А. Задачник – практикум по дисциплине месторождения полезных ископаемых: учеб.-метод. пособие для вузов / В.А. Лыткин. – Апатиты: Изд. КФ ПетрГУ, 2004. – 88 с.).

Цель выполнения контрольных работ заключается в следующем:

- углубить и закрепить знания, полученные студентами на лекциях, практических занятиях, в процессе самостоятельного усвоения программного материала из учебных пособий и научно-технической литературы;

- научить студентов применять полученные знания на практике;

- контроль навыков использования приобретённых теоретических и практических знаний для самостоятельного выполнения индивидуального задания.

По итогам обучения во время установочной сессии каждый студент должен выполнить) одну контрольную работу.

При выполнении контрольной работы перед студентами неизбежно возникнут трудности. В зависимости от поставленных в задании условий необходимо:

-внимательно изучать как текстовую, так и графическую части задачи;

- разбираться в геологическом строении, прилагаемых к ряду задач карт, разрезов и даже условных обозначений к ним;

- оценивать исследуемую территорию, если это требует условие задачи, на предмет выявления на ней полезного ископаемого;

- научиться выбирать наиболее целесообразные методы поисков;

- определять необходимость постановки более детальных работ;

- в задачах на опробование использовать, при необходимости, приёмы математической статистики;

- научиться определять рациональную плотность разведочной сети скважин и горных выработок;

-умело пользоваться формулами подсчёта объёмов и запасов полезных и вредных компонентов;

-давать промышленную оценку объекту горнорудного предприятия и определять экономическую эффективность его эксплуатации.

Приступая к выполнению контрольного задания, будущий специалист неизбежно столкнётся с необходимостью определения целого ряда важных параметров. Например, таких как качество, размеры, глубина и условия залегания рудных тел, с необходимостью пересчёта данных химического анализа на минеральный состав полезного ископаемого, оценкой исследуемой территории на предмет постановки дальнейших, более детальных работ для выявления перспективных участков. С другой стороны, прежде чем приступить к решению той или иной задачи у исполнителя обязательно возникнет необходимость разобраться в геологическом строении конкретной площади, что само по себе уже полезно для усвоения предмета.

Подобранные условия и содержания задач в разделе по поискам позволяют прямо или косвенно нацеливать обучаемого на возможность выявления на предлагаемой территории полезного ископаемого, определять выбор метода поисков, а также границы их проведения.

В настоящем методическом указании в разделе «контрольные задания» приводятся примеры с решениями, по одной типичной задаче из каждого раздела дисциплины.

**В контрольную работу №1** входят 5 задач. Как видно из приводимой ниже таблицы 1 в матрицу из 12 вариантов вошли задачи по 1, 2, 3, 4 и 5 разделам. Таким

образом, в комплект каждого варианта входит пять задач, по одной из каждого раздела дисциплины. Выбор номера варианта производится по порядковому номеру студента в групповом журнале.

**Матрица задач по вариантам и основным разделам дисциплины**

Таблица 1

№ варианта	Номера задач по разделам дисциплины				
	1	2	3	4	5
1	10	11	23	43	55
2	9	17	24	44	56
3	8	14	25	45	57
4	7	22	26	46	58
5	6	16	27	47	67
6	5	13	28	48	59
7	4	18	29	49	60
8	3	12	30	50	61
9	2	21	31	51	62
10	1	20	33	52	63
11	6	15	34	53	64
12	32	19	35	54	66

Рассмотрим в качестве примера решение одной задачи из раздела 4.

Решение задач этого раздела, как и любых вопросов разведки в производственных условиях, всегда должно начинаться с анализа имеющихся данных об изучаемом объекте (геологических, геофизических, разведочных) и углубленного анализа факторов, контролирующих месторождения, отдельные тела полезного ископаемого и наиболее богатые их участки (рудные столбы). При этом даже в случаях ограниченного количества фактических данных следует стремиться выделить главное тело полезного ископаемого (если их несколько), определить характер и степень его изменчивости, а также геолого-промышленный тип месторождения по классификациям ГКЗ или учебных пособий.

При анализе геологических данных, руководствуясь известными представлениями о закономерностях пространственной локализации месторождений и отдельных тел полезных ископаемых, сначала нужно выявить конкретные для данного объекта рудоконтролирующие факторы (предпосылки), вытекающие из условия задачи или рисунка к ней. Затем необходимо геометризовать в пространстве известные и предполагаемые на основе предпосылок тела полезного ископаемого или рудоконтролирующие факторы.

В разведочном деле известны многочисленные виды и приемы геометризации месторождений, но первостепенными из них всегда являются геологическая карта или план поверхности месторождения, погоризонтные планы, поперечные и продольные разрезы, вертикальные и продольные проекции. В ряде случаев дополнительно требуется изображать гипсометрические планы кровли или почвы тела полезного ископаемого и отдельных нарушений, планы в изолиниях мощности тела, содержания компонентов, графики изменчивости или корреляционных связей геолого-промышленных параметров месторождения, сортовые планы и т. п.

Следует иметь в виду, что при геометризации рудных тел во внимание принимаются преимущественно надежно установленные факты и геологические закономерности, на которые опираются все дальнейшие суждения и построения.

Под геометризацией здесь и далее понимаются любые графические изображения объектов разведки - от простейших зарисовок и схем до геологических карт, разрезов, гипсометрических планов, проекций, моделей и т. п.

**Пример 1.**

На двух соседних шахтных полях, имеющих длину по простиранию по 4 км и ширину по 2 км, разведан выдержанный угольный пласт широтного простирания с падением на юг под углом 20°. Мощность пласта - 1м. На одном из шахтных полей установлен сброс, а на другом - взброс. Простирание сместителей широтное, падение на юг под углом 65°. Вертикальная амплитуда смещения на обоих шахтных полях равна 50 м.

На трех верхних горизонтах шахтных полей пройдены подходные квершлагги, а на первом из них - штрек. Высота горизонтов 100 м.

#### Требуется:

Сформулировать задачи, выбрать систему и определить объемы эксплуатационной разведки шахтных полей, если указанные нарушения пересекают угольный пласт примерно на 75 м ниже первого горизонта. Определить также, на каком шахтном поле и насколько запасы угля больше.

#### Ход решения

1. Геометризовать угольный пласт и нарушения на обоих полях в масштабе 1:10000.
2. Ориентировочно подсчитать запасы угля по каждому шахтному полю, приняв объемную массу угля равной 1.8.
3. На графике показать пройденные и проектируемые выработки эксплуатационной разведки.
4. Длину проектных выработок определить на разрезах.

#### Решение задачи.

Согласно условию задачи, на одном из шахтных полей южное тектоническое крыло опущено, на другом - приподнято по сместителю на 50м по вертикали. Само же тектоническое нарушение пересекает угольный пласт на отметке -175м. Учитывая широтное простирание угольного пласта и указанного нарушения, построим вкрест этого простирания через ствол шахты на обоих шахтных полях вертикальные разрезы в требуемом масштабе. Геометризовав на разрезах (рис. 5 и 6) положение угольного пласта и нарушения, наметим, кроме уже пройденных ствола, штрека и трёх подходных квершлаггов (№№ 1, 2 и 3), проектные выработки эксплуатационной разведки - подходные квершлагги №№ 4, 5, 6, 7 и 8.

Из построенных разрезов видно, что на шахтном поле с взбросом запасов угля больше, чем на шахтном поле со сбросом, что подтверждается нижеприводимыми расчётами.

### **1. Геометризация угольного пласта и нарушения на обоих шахтных полях.**

#### **РАЗРЕЗЫ ШАХТНОГО ПОЛЯ ЧЕРЕЗ СТВОЛ ШАХТЫ В МЕРИДИАНАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ**

**Масштаб 1:10000**

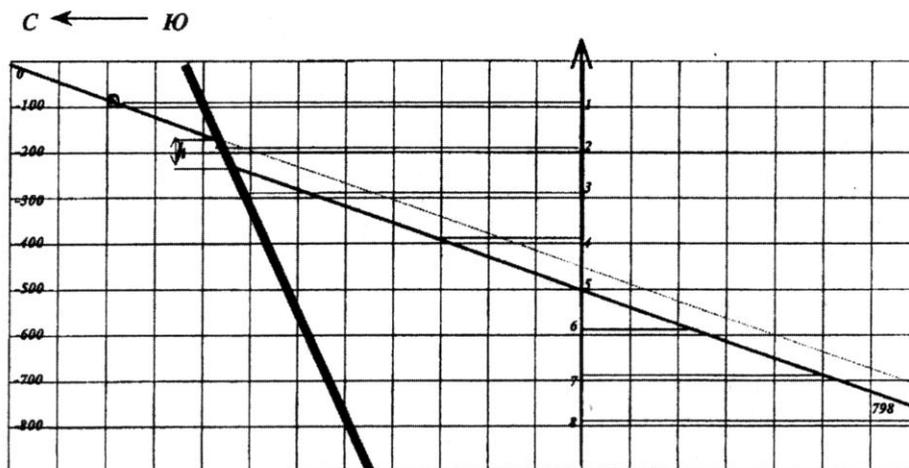
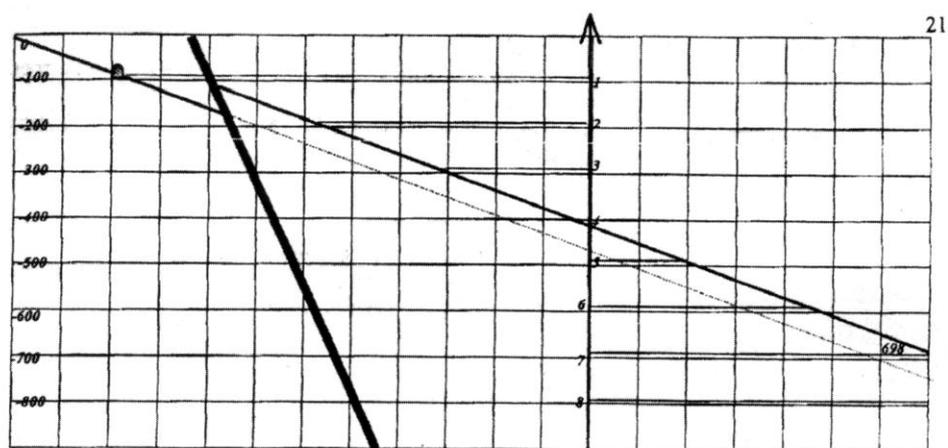


Рис.5. Шахтное поле со сбросом



Условные обозначения:

———— - подходы квершлаг:   
 1, 2, 3 - пройденные;  
 4, 5, 6, 7, 8 - проектируемые.  
 / - разрывное нарушение  
 ■ - штрек

↑ - шахтный ствол  
*h* - вертикальная амплитуда смещения  
 -800 - горизонт

Рис.6. Шахтное поле с взбросом

## 2. Подсчёт запасов угля.

а) на шахтном поле со сбросом:

$$P_1 = V_1 \cdot d \quad (4.1)$$

где  $P_1$  – запасы угля на первом шахтном поле (т);

$V_1$  - объём угольного пласта в пределах шахтного поля длиной 4км и шириной 2 км ( $m^3$ ),

$d$  – объёмный вес угля ( $1.8 \text{ т}/m^3$ ).

Длина угольного пласта по падению от поверхности до горизонта -800м, с учётом его смещения по разлому, составляет 2150м (см. разрез на рис. 5). Отсюда объём пласта в обоих крыльях, при мощности пласта 1м, составит:

$$V_1 = 4000 \times 2150 \times 1 = 8600000 m^3.$$

$$P = V_1 \cdot d = 8600000 \times 1,8 = 15480000 \text{ т.}$$

**б) на шахтном поле с взбросом:**

$$P_2 = V_2 \cdot d_2 \quad (4.2)$$

где  $P_2$  - запасы угля на втором шахтном поле (т);

$V_2$  - объём угольного пласта в пределах шахтного поля длиной 4 км и шириной 2 км ( $\text{м}^3$ );

$d$  - объёмный вес угля ( $1,8 \text{ т/м}^3$ ).

Длина угольного пласта по падению от поверхности до горизонта - 800м, с учётом его взброса по разлому, составляет 2200м (разрез на рис. 6). Отсюда объём пласта в обоих крыльях, при мощности пласта 1м, составит:

$$V_2 = 4000 \times 2200 \times 1 = 8800000 \text{ м}^3.$$

$$P_1 = V_1 \cdot d = 8800000 \times 1,8 = 15\,840\,000 \text{ т.}$$

Следовательно, на шахтном поле с взбросом запасов угля больше на разницу:  
 $\Delta = 15840000 - 15480000 = 360000 \text{ т.}$

### 3. Расчёт объёмов эксплуатационной разведки.

По каждому из шахтных полей пройден шахтный ствол и подходные квершлага на трёх верхних горизонтах, а на первом из них - штрек.

Принимая размеры квершлага в поперечном сечении  $2 \times 2 \text{ м}$  ( $S = 4 \text{ м}^2$ ), определим объёмы горных выработок по следующей формуле:  $V = S \cdot L$ ,  
где:  $S$  - площадь квершлага ( $\text{м}^2$ );

$L$  - длина квершлага (м).

**а) шахтное поле со сбросом.**

Пройденные выработки на горизонтах

$$-100\text{м}: V_1 = 4 \times 980 = 3920 \text{ м}^3$$

$$-200\text{м}: V_2 = 4 \times 750 = 1000 \text{ м}^3$$

$$-300\text{м}: V_3 = 4 \times 700 = 2800 \text{ м}^3$$

$$\text{Итого: } 9720 \text{ м}^3$$

Проектируемые выработки на горизонтах

$$-400\text{м}: V_4 = 4 \times 280 = 1120 \text{ м}^3$$

$$-500\text{м}: V_5 = 4 \times 0 = 0$$

$$-600\text{м}: V_6 = 4 \times 260 = 1040 \text{ м}^3.$$

$$-700\text{м}: V_7 = 4 \times 530 = 2120 \text{ м}^3$$

$$-800\text{м}: V_8 = 4 \times 800 = 3200 \text{ м}^3$$

$$\text{Итого: } 7480 \text{ м}^3$$

**б) шахтное поле с взбросом.**

Пройденные выработки на горизонтах

$$-100\text{м}: V_1 = 4 \times 980 = 3920 \text{ м}^3$$

$$-200\text{м}: V_2 = 4 \times 550 = 2200 \text{ м}^3$$

$$-300\text{м}: V_3 = 4 \times 280 = 1120 \text{ м}^3$$

$$\text{Итого: } 7240 \text{ м}^3$$

Проектируемые выработки на горизонтах

$$-400\text{м}: V_4 = 4 \times 20 = 80 \text{ м}^3$$

$$-500\text{м}: V_5 = 4 \times 250 = 1000 \text{ м}^3$$

$$-600\text{м}: V_6 = 4 \times 500 = 2000 \text{ м}^3$$

$$-700\text{м}: V_7 = 4 \times 740 = 2960 \text{ м}^3$$

$$\text{Итого: } 6040 \text{ м}^3$$

Весь объём эксплуатационной разведки на обоих шахтных полях составит:  $13520 \text{ м}^3$ .

Не менее важным является и другие разделы методического пособия, в частности раздел по опробованию. Как известно данные опробования дают большой материал для изучения изменчивости оруденения, изучения многочисленных зависимостей между различными показателями качества, для расчета прогнозных содержаний. С целью обоснования того или иного способа опробования, густоты сети проб, контроля опробования в задачах использованы приемы математической статистики. В частности такие, как вычисление среднего арифметического, дисперсии, среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации и др. Эти расчетные показатели необходимы для вычисления корреляционной зависимости между двумя и более случайными величинами: между содержаниями компонентов, объёмной массой руды и содержанием компонентов, между выходом продуктов обогащения и содержанием компонентов и др.

Решая задачи из данного раздела, студенты научатся вести обработку внутреннего и внешнего контроля химических анализов, представляющие собой неравноточные измерения случайной величины. Сумеют установить наличие систематической ошибки, рассчитать уравнение поправок и многое другое.

Одним из главных факторов, определяющим выбор системы разведки месторождения, в частности выбор плотности разведочной сети, является изменчивость геолого-промышленных параметров, которая связана с плотностью сети наблюдений некоторым критерием, характеризующим достоверность разведки. При решении задач по этому разделу используется статистическая модель изменчивости. Она основана на предположении, что измеренные значения геолого-промышленных параметров (мощности полезного ископаемого, содержания компонентов в рудах и др.) являются независимыми случайными величинами. Мерой изменчивости в данной модели является коэффициент вариации  $V$  значений геолого-промышленного параметра, нахождение которого предусмотрено в ряде задач.

Известно, что для локализации залежей полезных ископаемых необходимы конкретные рудоконтролирующие факторы (предпосылки). В ряде задач по разведке предлагается на основе заданных предпосылок геометризовать в пространстве известные и предполагаемые тела полезного ископаемого или рудоконтролирующие факторы. Строя геологическую карту, разрез, гипсометрический план или проекцию рудного тела на какую-либо плоскость, будущий специалист по условию задачи одновременно должен обосновывать ту или иную стадию геологоразведочных работ, выбирать систему разведки рудных тел. Всё это потребует от студента неоднократного обращения к теории, что естественно, укрепит его знания по специальности.

В последнем разделе для решения задач по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых, студентам потребуется уже знание таких терминов (и не только терминов), как кондиции, капитальные вложения, мощность горнорудного предприятия и другие показатели экономической эффективности эксплуатации месторождения.

Все необходимые краткие теоретические сведения студенты смогут получить, воспользовавшись учебно-методическим пособием, которое разрабатывалось автором в форме задачника-практикума специально для двух дисциплин «Месторождения полезных ископаемых» и «Рудничная геология». Каждый раздел учебно-методического пособия предваряют краткие сведения из теоретического курса и приводятся примеры решения типичных задач. Рассмотрим пример из раздела «Геолого-промышленная оценка рудного объекта».

### **Пояснения к выполнению контрольной работы №2 по геолого-промышленной оценке месторождения.**

Как правило, геолого-промышленная оценка рудного объекта проводится по результатам его детальной разведки. По её завершении должны быть определены:

1) количество запасов полезного ископаемого (устанавливается при изучении формы, условий залегания и размеров тел полезных ископаемых путем построения системы геологических разрезов);

2) качество полезного ископаемого и количество полезных (основного и сопутствующих) компонентов (выявляются опробованием);

3) технологические свойства полезного ископаемого, т.е. возможность и рациональность извлечения всех полезных компонентов или переработки полезного ископаемого для дальнейшего использования в соответствующих отраслях промышленности (устанавливаются в ходе технологического опробования);

4) горнотехнические условия разработки месторождения (выясняется по результатам гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, а также при изучении пространственно-морфологических особенностей тел полезного ископаемого);

5) экономико-географические условия района месторождения — климат, рельеф местности, энергетические ресурсы, транспортные условия, обеспеченность топливом и местными строительными материалами, трудовые ресурсы, экономический профиль района и др. (оцениваются на основании изучения соответствующих условий в период проведения разведки).

Окончательная оценка месторождения проводится после завершения разведки, точнее, после подсчета запасов и утверждения промышленных кондиций, так как главным критерием промышленной значимости месторождения, основой расчетов его ценности являются запасы полезного ископаемого и полезных компонентов. Причем, важно определить не только количество запасов минерального сырья, но и их достоверность, т.е. важно, чтобы эти запасы оказались при отработке в том месте, имели то качество и те особенности, которые были установлены в процессе подсчета запасов. На основе подсчета запасов оцениваются годовая производительность горнодобывающего предприятия, выпуск товарной продукции (руды или концентратов), себестоимость, рентабельность разработки месторождения с учетом мероприятий по сохранению окружающей среды. При этом оценочные показатели могут рассчитываться не только для всего месторождения, но и для отдельных его участков.

### *Задание.*

Месторождение апатита Коашва (Хибины) представлено толщей апатит-нефелиновых пород, залегающих среди уртитов. Общая мощность толщи колеблется от 100 до 300 м и в среднем равна 200 м. Падение рудного тела на север-северо-запад 30—40°.

Среди продуктивной толщи выделяются три пласта рядовых руд (содержание  $P_2O_5$  более 12%), имеющих среднюю мощность, соответственно 27, 32 и 40 м. Между пластами рядовых руд располагаются массивные неравномернозернистые уртиты, средняя мощность которых между первым и вторым рудными телами составляет 60 м, а между вторым и третьим — 40 м. Переходы между рудными пластами и уртитамы постепенные. В контакте с рудными телами, а иногда в некотором удалении от них уртиты содержат равномерную вкрапленность апатита и прослойки апатитовых руд. Среди уртитов выделяются пластообразные тела забалансовых бедных (содержание  $P_2O_5$  8—12%) и убогих руд (содержание  $P_2O_5$  4—8%). Общая мощность бедных руд 12 м убогих 30 м. Подсчитанные запасы апатитовых руд на месторождении зависят от бортового содержания  $P_2O_5$  в руде и составляют (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Бортовое содержание $P_2O_5$ , %	Среднее содержание $P_2O_5$ , %	Запасы руды, млн. т	Пустые породы в рудной зоне, %
12	17,1	128	58
8	15,6	153	48
4	12,5	219	36

Разубоживание руды 5%. Обогащение методом флотации позволяет получить концентрат с содержанием  $P_2O_5$  39,4% при извлечении  $P_2O_5$  93,5% независимо от содержания  $P_2O_5$  в исходной руде. Себестоимость обогащения 1 т руды также не зависит от содержания  $P_2O_5$  и составляет 1,32 руб.

Технико-экономические данные эксплуатации месторождения приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Бортовое содержание $P_2O_5$ , %	Открытые работы		Подземные работы	
	Себестоимость добычи 1 т руды, руб.	Удельные капитальные затраты на 1 т руды, руб.	Себестоимость добычи 1 т руды, руб.	Удельные капитальные затраты на 1 т руды, руб.
12	2,30	5,46	2,00	6,11
8	2,11	5,46	1,90	6,21
4	1,86	5,46	1,74	6,21

Оптовая цена 1 т апатитового концентрата 12,5 руб. Годовой объем концентрата, как и запасы руды, зависит от бортового содержания и составляет соответственно: I вариант 2,36, II вариант 2,65 и III вариант 2,75 млн. т.

#### Ход решения

1. Себестоимость 1т апатитового концентрата рассчитываем по формуле:

$$Q_k = (Q_d + Q_o) \cdot q \dots \dots \dots (4.3)$$

где  $Q_d$  – себестоимость добычи 1т руды;

$Q_o$  – себестоимость обогащения (передела) 1т руды;

$q$  – расход руды в тоннах на получение 1т конечного продукта (концентрата).

Расход руды находится из формулы:

$$q = C_k / (C_p \cdot K_i \cdot K_p) \quad (4.4)$$

где:  $C_k$  – содержание  $P_2O_5$  в концентрате,

$C_p$  – среднее содержание  $P_2O_5$  в руде,

$K_i$  – коэффициент извлечения  $P_2O_5$  при обогащении,

$K_p$  – коэффициент разубоживания руды.

Содержание полезного компонента в руде принимается по данным разведочных работ, содержание полезного компонента в концентрате и коэффициент извлечения – по данным технологических испытаний, коэффициент разубоживания – по данным пробной эксплуатации либо по аналогии.

**открытая добыча**

*борт*

$$12 \quad q = \frac{39.40}{17.1 * 0.935 * 0.95} = 2.59 \text{ т} \quad Q_{k(12)} = (2.30 + 1.32) * 2.59 = 9.38 \text{ руб/т}$$

$$8 \quad q = \frac{39.40}{15.6 * 0.935 * 0.95} = 2.84 \text{ т} \quad Q_{k(8)} = (2.11 + 1.32) * 2.84 = 9.74 \text{ руб/т}$$

$$4 \quad q = \frac{39.40}{12.5 * 0.935 * 0.95} = 3.55 \text{ т} \quad Q_{k(4)} = (1.86 + 1.32) * 3.55 = 11.29 \text{ руб/т}$$

**подземная добыча**

$$12 \quad q = \frac{39.40}{17.1 * 0.935 * 0.95} = 2.59 \text{ т} \quad Q_{k(12)} = (2.00 + 1.32) * 2.59 = 8.60 \text{ руб/т}$$

$$8 \quad q = \frac{39.40}{15.6 * 0.935 * 0.95} = 2.84 \text{ т} \quad Q_{k(8)} = (1.90 + 1.32) * 2.84 = 9.14 \text{ руб/т}$$

$$4 \quad q = \frac{39.40}{12.5 * 0.935 * 0.95} = 3.55 \text{ т} \quad Q_{k(4)} = (1.74 + 1.32) * 3.55 = 10.86 \text{ руб/т}$$

**2. Рентабельность по концентрату :**  $P_{общ} = P_k * P_k,$  (4.5)

где  $P_k = C_k - Q_k$  - прибыль от 1 т концентрата; (4.6)

$P_k = P_p/q$  - общее количество концентрата от разработки месторождения. (4.7)

*борт*

**открытая добыча**

**подъемная добыча**

$$12 \quad P_{k(12)} = 12.5 - 9.38 = 3.12 \text{ руб/т}$$

$$P_{k(12)} = 12.5 - 8.60 = 3.90 \text{ руб/т}$$

$$8 \quad P_{k(8)} = 12.5 - 9.74 = 2.76 \text{ руб/т}$$

$$P_{k(8)} = 12.5 - 9.14 = 3.36 \text{ руб/т}$$

$$4 \quad P_{k(4)} = 12.5 - 11.29 = 1.21 \text{ руб/т}$$

$$P_{k(4)} = 12.5 - 10.86 = 1.64 \text{ руб/т}$$

*борт*

$$12 \quad P_{k(12)} = 128 / 2.59 = 49.42 \text{ млн.т.}$$

$$P_{k(12)} = 128 / 2.59 = 49.42 \text{ млн.т.}$$

$$8 \quad P_{k(8)} = 153 / 2.84 = 53.87 \text{ млн.т.}$$

$$P_{k(8)} = 153 / 2.84 = 53.87 \text{ млн.т.}$$

$$4 \quad P_{k(4)} = 219 / 3.55 = 61.69 \text{ млн.т.}$$

$$P_{k(4)} = 219 / 3.55 = 61.69 \text{ млн.т.}$$

*борт*

$$12 \quad P_{общ(12)} = 3.12 * 49.42 = 154.19 \text{ млн.руб.}$$

$$P_{общ(12)} = 3.90 * 49.42 = 192.74 \text{ млн.руб.}$$

$$8 \quad P_{общ(8)} = 2.76 * 53.87 = 148.68 \text{ млн.руб.}$$

$$P_{общ(8)} = 3.36 * 53.87 = 181 \text{ млн.руб.}$$

$$4 \quad P_{общ(4)} = 1.21 * 61.69 = 74.64 \text{ млн.руб.}$$

$$P_{общ(4)} = 1.64 * 61.69 = 101.17 \text{ млн.руб.}$$

**3. Годовая прибыль по концентрату :**  $P_{зк} = P_k * A_k,$  (4.8)

где  $A_k$  -- годовое производство концентрата.

*борт*

**открытая добыча**

**подъемная добыча**

$$12 \quad P_{зк(12)} = 3.12 * 2.36 = 7.36 \text{ млн.руб.}$$

$$P_{зк(12)} = 3.90 * 2.36 = 9.20 \text{ млн.руб.}$$

$$8 \quad P_{зк(8)} = 2.76 * 2.65 = 7.31 \text{ млн.руб.}$$

$$P_{зк(8)} = 3.36 * 2.65 = 8.90 \text{ млн.руб.}$$

$$4 \quad P_{зк(4)} = 1.21 * 2.75 = 3.33 \text{ млн.руб.}$$

$$P_{зк(4)} = 1.64 * 2.75 = 4.51 \text{ млн.руб.}$$

$$4. \text{ Общая прибыль от разработки месторождения : } \quad P_{\text{общ}} = \frac{P_{\text{эк}} * [(1+r)^n - 1]}{r(1+r)^n}, \quad (4.9)$$

где  $r$  – процентная ставка (дисконт), принимаем 6 %;

$$n = \frac{P}{A_x * q} \quad - \text{ срок эксплуатации месторождения.} \quad (4.10)$$

<i>борт</i>	<i>открытая добыча</i>	<i>подземная добыча</i>
12	$n = 128 / 2.36 * 2.59 = 21$ год	$n = 128 / 2.36 * 2.59 = 21$ год
8	$n = 153 / 2.65 * 2.84 = 20$ лет	$n = 153 / 2.65 * 2.84 = 20$ лет
4	$n = 219 / 2.75 * 3.55 = 22$ года	$n = 219 / 2.75 * 3.55 = 22$ года
<i>борт</i>		
12	$P_{\text{общ}} = \frac{7.36 * [(1+0.06)^{21} - 1]}{0.06 * (1+0.06)^{21}} = 86.59$ млн.руб.	$P_{\text{общ}} = \frac{9.20 * [(1+0.06)^{21} - 1]}{0.06 * (1+0.06)^{21}} = 108.24$ млн.руб
8	$P_{\text{общ}} = \frac{7.31 * [(1+0.06)^{20} - 1]}{0.06 * (1+0.06)^{20}} = 83.76$ млн.руб.	$P_{\text{общ}} = \frac{8.90 * [(1+0.06)^{20} - 1]}{0.06 * (1+0.06)^{20}} = 101.98$ млн.руб
4	$P_{\text{общ}} = \frac{3.33 * [(1+0.06)^{22} - 1]}{0.06 * (1+0.06)^{22}} = 40.08$ млн.руб.	$P_{\text{общ}} = \frac{4.51 * [(1+0.06)^{22} - 1]}{0.06 * (1+0.06)^{22}} = 54.29$ млн.руб

5. Наиболее оптимальный вариант бортового содержания  $P_2O_5$  в руде оценим по приведенным затратам на 1 т концентрата (руб):

$$Z_{\text{пр}} = Q_x + E * K_{\text{удк}}, \quad (4.11)$$

где  $E$  – нормативный коэффициент приведения (примем  $E = 0,15$ );

$$K_{\text{удк}} = K_{\text{удр}} * q \quad - \text{ удельные затраты на 1 т концентрата (руб);} \quad (4.12)$$

$K_{\text{удр}}$  – удельные капитальные затраты на 1т руды (руб).

<i>борт</i>	<i>открытая добыча</i>	<i>подъемная добыча</i>
12	$K_{\text{удк}} = 5.46 * 2.59 = 14.14$ руб/т	$K_{\text{удк}} = 6.11 * 2.59 = 15.82$ руб/т
8	$K_{\text{удк}} = 5.46 * 2.84 = 15.51$ руб/т	$K_{\text{удк}} = 6.21 * 2.84 = 17.64$ руб/т
4	$K_{\text{удк}} = 5.46 * 3.55 = 19.38$ руб/т	$K_{\text{удк}} = 6.21 * 3.55 = 22.05$ руб/т
<i>борт</i>		
12	$Z_{\text{пр}} = 9.38 + 0.15 * 14.14 = 11.50$ руб/т	$Z_{\text{пр}} = 8.60 + 0.15 * 15.82 = 10.97$ руб/т
8	$Z_{\text{пр}} = 9.74 + 0.15 * 15.51 = 12.07$ руб/т	$Z_{\text{пр}} = 9.14 + 0.15 * 17.64 = 11.79$ руб/т
4	$Z_{\text{пр}} = 11.29 + 0.15 * 19.38 = 14.20$ руб/т	$Z_{\text{пр}} = 10.86 + 0.15 * 22.05 = 12.52$ руб/т

Как показывают расчеты, приведенные затраты на 1 т концентрата ниже его отпускной цены (12.5 руб/т) только для вариантов бортового содержания 12 и 8 %. Сравнение рентабельности, общей и годовой прибыли, себестоимости показывает несколько лучшие показатели для борта 12%. Тем не менее, учитывая близкие показатели разработки по борту 8%, а также требование как можно более полной отработки запасов, целесообразно для подсчета запасов и разработки месторождения применить бортовое содержание 8%.

#### **5.4 Примерный перечень тем докладов**

1. Стадии рудообразования.
2. Геологические условия образования месторождений полезных ископаемых.
3. Месторождения платформ.
4. Месторождения океанов.
5. Остаточные месторождения силикатных никелевых руд Кубы.
6. Инфильтрационные месторождения урановых руд.
7. Метаморфогенные месторождения.
8. Полезные ископаемые и тектоника литосферных плит.
9. Полезные ископаемые Мурманской области.

#### **5.5 Примерный перечень тем рефератов**

1. Морфология тел полезных ископаемых.
2. Происхождение карбонатитовых месторождений.
3. Типы пегматитовых месторождений.
4. Альбитит-грейзеновые месторождения.
5. Геология и минерагения Мирового океана.
6. Глубоководные тайны черных курильщиков.
7. Гидротермальные изменения вмещающих пород и оруденение.
8. Актуальность проблемы нефтегазопроисковых работ на Российском Севере.
9. О возможности существенного снижения расходов по транспортировке углеводородов на Российском Севере.
10. Нефтегазоносность «несостоявшихся океанов».
11. Россыпные месторождения.
12. Особенности осадочных месторождений и предпосылки их образования.

#### **5.6 Вопросы к зачету**

1. История развития учения о рудных месторождениях.
2. Что такое полезное ископаемое? Определение понятия «руда», «месторождение». Главнейшие группы полезных ископаемых. Промышленные кондиции и запасы полезных ископаемых. Основные способы подсчёта запасов.
3. Определение понятий провинция, область, бассейны полезных ископаемых; рудная точка, рудопроявление, рудное тело (залежь), рудное поле, рудная зона и рудная провинция.
4. Металлогения, как отрасль геологических знаний. Общая, региональная и специальная металлогения, металлогения рудных районов. Что такое металлогенический пояс и металлогеническая провинция?
5. Морфология тел полезных ископаемых. Что такое шток, гнездо, штокверк, пласт, жила, рудный столб, плита? Разновидности жил. Элементы залегания рудных тел (простираение, падение, склонение, длина и мощность). Форма рудных залежей твёрдых, жидких и газообразных полезных ископаемых.
6. Минеральный и химический состав тел полезных ископаемых. Рудные и нерудные минералы. В чём состоит различие гипогенных и гипергенных минералов. Мономинеральные и комплексные руды. Главнейшие типы руд. Состав углей и нефти.
7. Текстуры и структуры минерального вещества. Определения и разновидности текстур и структур руд.
8. Стадии рудообразования. Критерии для выделения стадий. Что такое генерация и парагенезис? Способы изображения эволюции процесса

минералообразования.

9. Геологические условия образования месторождений полезных ископаемых. Основные способы образования рудных компонентов.
10. Классификация рудных месторождений по П.Ниггли.
11. Классификация рудных месторождений по Г.Шнейдерхёну.
12. Классификация рудных месторождений по В.Линдгрёну.
13. Классификация месторождений полезных ископаемых по П.М.Татаринову.
14. Сводная генетическая классификация месторождений полезных ископаемых по В.И.Смирнову.
15. Серии месторождений полезных ископаемых. Формации горных пород и полезных ископаемых. В чём различие между сингенетическими и эпигенетическими залежами полезных ископаемых.
16. Месторождения геосинклиналей. Ранняя, средняя и поздняя стадии геосинклинального развития.
17. Формации горных пород и типоморфные месторождения ранней, средней и поздней стадий геосинклинального развития.
18. Месторождения платформ. Восемь древних платформ и три комплекса пород (ярусов), слагающих каждую платформу. Формации платформенных чехлов и связанные с ними месторождения. Изверженные породы платформенного этапа развития.
19. Последовательность геосинклинальных и платформенных процессов. Соотношения геосинклинальных и платформенных этапов металлогенических циклов по эпохам (таблица).
20. Месторождения океанов. Главнейшие тектонические элементы океанов. Металлогения океанов.
21. Длительность и глубина формирования месторождений полезных ископаемых. Четыре глубинные зоны в зависимости от уровня формирования месторождений.
22. Источники минерального вещества и способы его отложения.
23. Экзогенные месторождения. Кора выветривания. Типы кор и почв. Современные и древние коры выветривания и приуроченные к ним полезные ископаемые.
24. Физико-химические условия образования месторождений в корях выветривания. Основные агенты выветривания горных пород.
25. Разложение коренных пород в коре выветривания. Основные реакции (окисление, гидратация, гидролиз, диализ), стадийность и скорость разложения. Длительность формирования.
26. Остаточные месторождения. Месторождения силикатных никелевых руд (на примере никелевых месторождений Кубы). Схема преобразования вещества серпентинитов в процессе выветривания.
27. Остаточные месторождения бурых железняков (на примере Малкинского месторождения, Северный Кавказ), магнезита и талька.
28. Остаточные месторождения марганца (на примере Ушкатынского железомарганцевого месторождения, Центральный Казахстан), барита, апатита, золота, свинца, олова, редких земель, тантала и ниобия.
29. Остаточные месторождения бокситов (на примере месторождений Индии, штаты Бомбей и Мадхья Прадеш) и каолинов.
30. Инфильтрационные месторождения (на примере месторождений урана).
31. Россыпные месторождения. Общие сведения. Геологические условия образования россыпей.
32. Осадочные месторождения. Общие сведения. Механическое, химическое (хемогенное) и биохимическое осадконакопление (седиментация) на дне различных водоемов. Физико-химические и геологические условия образования осадочных месторождений.
33. Вулканоогенно-осадочные месторождения. Геологические условия образования гидротермально-осадочных руд черных и цветных металлов.

34. Эндогенные месторождения. Общая схема формирования месторождений, залегающих непосредственно в магматических породах: ликвационные, раннемагматические и позднемагматические месторождения. Физико-химические и геологические условия образования.
35. Месторождения тесно ассоциированные с магматизмом. Пегматитовые месторождения. Основные гипотезы их образования.
36. Карбонатитовые месторождения. Общие сведения. Физико-химические и геологические условия образования.
37. Скарновые месторождения. Общие сведения. Полезные ископаемые скарнов. Физико-химические и геологические образования.
38. Альбититовые и грейзеновые месторождения. Общие сведения и геологические условия образования.
39. Гидротермальные (постмагматические) месторождения. Общие сведения. Плутоногенные и амагматогенные гидротермальные месторождения.
40. Колчеданные месторождения. Общие сведения. Физико-химические условия образования. Подразделение колчеданных месторождений.
41. Метаморфогенные месторождения. Общие сведения. Регионально-метаморфизованные, контактово-метаморфизованные и метаморфические месторождения.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

21.05.04 Горное дело

Специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых»

(код, направление, направленность, (профиль))

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		<b>Б1.В.ДВ.01.01</b>			
Дисциплина		<b>Месторождения полезных ископаемых</b>			
Курс	<b>5</b>	семестр	<b>9-10</b>		
Кафедра	<b>горного дела, наук о Земле и природообустройства</b>				
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		<b>Лыткин Виталий Андреевич, к.г.-м.н., доцент кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства</b>			
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ	<b>144/4</b>	Кол-во семестров	<b>2</b>	Форма контроля	Зачет с оценкой <b>4/4</b>
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>8/8</b>	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>-/-</b>	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>-/-</b>
		СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>			<b>132/132</b>

**Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- владеть навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1);
- готовность выполнять комплексное обоснование открытых горных работ (ПСК-3.1).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i><b>Вводный блок</b></i>				
Не предусмотрен				
<i><b>Основной блок</b></i>				
ПК-1, ПСК-3.1	Устный опрос на понимание терминов.	1	3	Во время сессии
ПК-1, ПСК-3.1	Решение задач	3	15	Во время сессии
ПК-1, ПСК-3.1	Доклад с презентацией	1	10	Во время сессии
ПК-1, ПСК-3.1	Реферат	1	10	Во время сессии
ПК-1, ПСК-3.1	Контрольная работа	2	20	за 2 недели до сессии
ПК-1, ПСК-3.1	Групповая дискуссия	2	2	Во время сессии
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
Зачет с оценкой			Вопрос 1	20
			Вопрос 2	20
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<i><b>Дополнительный блок</b></i>				
ПК-1, ПСК-3.1	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
ПК-1, ПСК-3.1	Подготовка глоссария		5	
<b>Всего баллов по дополнительному блоку:</b>			<b>10</b>	

Оценочная шкала в рамках бально-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.