

**Приложение 2 к РПД Геология**  
**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)	Геология
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2020

**Перечень компетенций**

- готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов (ОПК-5);
- владение навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-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:	
<b>1-й семестр</b>					
<b>1. Введение.</b>	ПК-1 ОПК-5	цели и задачи дисциплины, краткую историю развития науки. Иерархию объектов, которые изучает геология. Связь науки с другими смежными дисциплинами. Основные термины и определения.	ставить и решать глобальные проблемы по сохранению жизни на планете.	способностью к обобщению и анализу информации, постановке целей и выбора путей их достижения; к категориальному видению мира.	<b>Практическая работа. Устный опрос на понимание терминов.</b>
<b>2. Земля в космическом пространстве.</b>	ПК-1 ОПК-5	положение земной орбиты в Солнечной системе, средняя скорость орбитального полета Земли, период обращения Земли вокруг Солнца, расстояние от Солнца, средняя плотность, средний радиус, ускорение силы тяжести, объем и масса Земли.	показать, с позиции возникновения жизни на планете, её уникальное расположение среди других планет Солнечной системы.	сведениями о естественном спутнике Земли – Луне, о влиянии спутника на эволюцию Земли, о приливных силах естественного спутника и о происхождении двойной планеты.	<b>Практическая работа. Контрольная работа № 1.</b>
<b>3. Современные взгляды на происхождение Вселенной, Солнечной системы и планет.</b>	ПК-1 ОПК-5	строение и происхождение Солнечной системы, Галактики Млечного Пути и познаваемой части Вселенной. Гипотеза Большого взрыва. Масштабность Вселенной. Изменение состава Солнечной системы за 5 млрд лет её эволюции.	показать положение Солнечной системы в Галактике Млечного Пути.	условными единицами измерений в Солнечной системе и во Вселенной: 1 а.е. – астрономическая единица, 1 световой год, 1 парсек..	<b>Практическая работа. Групповая дискуссия</b>
<b>4. Аккреция и ранние периоды в истории Земли.</b>	ПК-1 ОПК-5	о происхождении Земли в составе Солнечной системы. Гомогенная и гетерогенная аккреция протопланеты. Перечень сведений о структуре и составе первичной Земли.	делать сопоставление химического состава углистых хондритов с валовым составом Земли. Вычислять корреляцию между составом углистых хондритов и составом солнечной атмосферы.	готовностью с естественно-научных позиций оценить строение, химический и минеральный состав первичной Земли.	<b>Практическая работа. Доклад с презентацией.</b>
<b>5. Форма и размеры Земли.</b>	ПК-1 ОПК-5	о сфероиде, степени сжатия эллипсоида вращения у полюсов в	рассчитать степень сжатия земного шара. Дать	информацией о величине полярного и экваториального	<b>Практическая работа.</b>

		зависимости от угловой скорости вращения планеты. Угол наклона оси вращения планеты относительно эклиптики. О величины угла наклона планеты в разные периоды её развития и об изменении из-за этого климатических условий на планете.	определение термина «геоид» и трехосный эллипсоид и объяснить разницу между ними..	радиусов планет; об орбитальном движении Земли, периоде обращения вокруг Солнца и ее скорости движения по орбите.	<b>Реферат.</b>
<b>6. Оболочки твердой Земли.</b>	ПК-1 ОПК-5	названия оболочек, границы разделов и термодинамические параметры твердых оболочек Земли. Основные источники данных о вещественном составе и физических свойствах внутренних оболочек Земли. Модель внутреннего строения Земли. Характеристику внутренних геосфер Земли. Основные типы оболочек земной коры. Главные отличия океанической и континентальной коры.	находить границы внутренних оболочек Земли по геофизическим данным. Определять плотность, давление, температуру и скорости сейсмических волн на разных глубинах от земной поверхности и изображать их в виде соответствующих графиков. Охарактеризовать химический состав верхней и нижней мантии, внутреннего и внешнего ядра Земли.	способностью анализировать геологическую информацию о свойствах пород в твердой оболочке Земли - литосфере. Методиками определения термодинамических параметров в различных участках внутренних оболочек Земли.	
<b>2-й семестр</b>					
<b>7. Внешние оболочки Земли.</b>	ПК-1 ОПК-5	границы оболочек. Особенности строения и химический состав атмосферы, гидросферы и биосферы Земли. Происхождение водной и воздушной оболочек Земли. Значение биосферы Земли. Исключительную роль живого вещества в различных геохимических и геологических процессах.	построить температурную кривую в атмосфере Земли и объяснить причину монотонного возрастания температуры в термосфере.	основными терминами и понятиями различных слоев, слагающих атмосферу: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, ионосфера.	<b>Практическая работа. Контрольная работа № 2.</b>
<b>8. Магнитное и гравитационное</b>	ПК-1	определение понятий «магнетизм»	определять понятия:	умением рассчитать эффект от	<b>Практическая</b>

<b>поля Земли.</b>	ОПК-5	и «магнитное поле» Земли. Об аппроксимации магнитного поля Земли с полем центрального осевого диполя. Координаты геомагнитных полюсов. Полный вектор индукции геомагнитного поля. Основные слагаемые гравитационного потенциала. Физический смысл силы тяжести на Земле. Значение силы тяжести в барицентре Земли и в центре планеты. Единица измерения интенсивности гравитационного поля. Гравитационное поле и изостазия.	вариация геомагнитного поля, палеомагнитология, аппроксимация, точка Кюри, естественная и остаточная намагниченность, магнитное гидродинамо, инверсии магнитного поля. Определять физическую сущность явления «изостазия», изостатическую компенсацию по схемам Эри и Пратта. Определить амплитуду упругого изгиба литосферы под Фенноскандинавией.	разновысотности наблюдений или редукцию в свободном воздухе (аномалия Фая) и от притяжения масс рельефа Земли (аномалия Буге). Способами расчета региональной изостатической компенсации.	<b>работа. Контрольная работа № 3.</b>
<b>9. Тепло Земли.</b>	ПК-1 ОПК-5	главные источники внутреннего тепла Земли. Современная скорость потери тепла Землей. Закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей. Распределение суммарного теплопотока на коровую и мантийную.	Рассчитывать геотермический градиент и геотермическую ступень в разных участках земной поверхности. Определять плотность кондуктивного теплового потока.	методикой расчета коэффициентов теплопроводности и температуропроводности.	<b>Практическая работа. Контрольная работа № 4.</b>
<b>10. Земная кора, ее состав и строение.</b>	ПК-1 ОПК-5	о возрасте, мощности, расслоенности и составе «гранитного» и «базальтового» слоев земной коры. Основные отличия континентальной коры от океанской. Химический состав континентальной и океанской коры. Изменения скоростей продольных и поперечных волн в земной коре.	сопоставлять типичный разрез офиолитового комплекса со слоями современной океанской коры. Оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры.	терминологией и определениями таких понятий, как: литосфера, астеносфера, разделы Конрада и Мохоровичича, SiAL и SiMA, граница Леман, деплетированная мантия, офиолиты, пиллоу-лавы, серпентинизированные перидотиты, раздел Гуттенберга.	<b>Практическая работа. Устный опрос на понимание терминов</b>
<b>11. Минералы и горные породы.</b>	ПК-1	элементы кристаллографии и	диагностировать и	методикой и методами физико-	<b>Практическая</b>

	ОПК-5	физические свойства рудных и породообразующих минералов. Свойства и классификации горных пород; основные методы определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях. Особенности строения, химический, петрографический и вещественный состав горных пород и минералов. Некоторые особые свойства минералов.	определять минералы в полевых и лабораторных условиях. По внешнему облику, структуре и текстуре образца определять к какой из трех основных групп пород относится исследуемый образец.	химических, а также микроскопических исследований горных пород и минералов.	<b>работа</b> <b>Решение задач.</b>
<b>3-й семестр</b>					
<b>12. Возраст горных пород. Геологическое время. Геохронологическая шкала.</b>	ПК-1 ОПК-5	современные методы определения абсолютного и относительного возраста горных пород, периоды полураспада материнских изотопов урана, тория, рубидия, калия, углерода и водорода. Геологическое летоисчисление. Международную геохронологическую шкалу. Вывод уравнения скорости распада радиоактивных элементов. Возрастные подразделения докембрия и фанерозоя.	отбирать образцы горных пород и минералов. Изучать и описывать искусственные и естественные обнажения горных пород. Определять элементы залегания пород горным компасом и вводить поправки на магнитное склонение. Строить и «читать» геологическую карту, разрезы и стратиграфическую колонку. Писать геологический отчет и составлять графические приложения к отчету.	методикой отбора образцов с целью определения абсолютного возраста горной породы или минерала. Методами стратиграфической корреляции осадочных и метаморфических пород. Основными приемами ведения полевых и камеральных работ. Способами разграфки и определения номенклатуры топографических карт.	<b>Практическая работа.</b> <b>Контрольная работа № 5</b> <b>Групповая дискуссия</b>
<b>13. Геологические процессы. Процессы внешней динамики (экзогенные).</b>	ПК-1 ОПК-5	экзогенные процессы на суше и в Мировом океане. Процессы денудации и переноса разрушенных на континенте пород и их отложения в морских бассейнах.	вести поиски рассыпных месторождений драгоценных и редких металлов в ходе транспортировки реками материала материнских пород к базису эрозии.	принципами моделирования месторождений полезных ископаемых.	<b>Практическая работа.</b> <b>Реферат.</b> <b>Групповая дискуссия.</b>
<b>14. Экзогенные процессы на суше.</b>	ПК-1	о физическом и химическом	выполнять	методами и методиками	<b>Практическая</b>

	ОПК-5	выветривании горных пород, гравитационных процессах; геологической деятельности ветра, поверхностных и подземных вод, озер и болот. О геологической деятельности ледников и водно-ледниковых потоков. О геологических процессах в криолитозоне. Континентальные отложения и связанные с ними полезные ископаемые.	термохимические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах, тепловых эффектов химических реакций; прогнозировать и определять свойства различных соединений по их структурным формулам.	научных исследований осадочных образований на стадиях диагенеза, катагенеза и эпигенеза. Предпосылки образования месторождений в корях выветривания.	<b>работа.</b> <b>Групповая дискуссия</b>
<b>15. Древние и неоген-четвертичные оледенения на Земле.</b>	ПК-1 ОПК-5	самое древнее (2,5 млрд лет назад) раннепротерозойское Гуронское оледенение. Верхний рифей-вндское (750- 650 млн лет назад) и поздний карбон-пермское ( около 300 млн лет назад) оледенения. Оледенение во второй половине олигоцена (около 40 млн лет назад) и развитие великих четвертичных оледенений (более 1 млн лет назад). Причины оледенений на Земле: космические и земные факторы.	определять характерные породы-индикаторы (тиллиты) оледенений на Земле. Устанавливать закономерную последовательность в периодическом появлении оледенений. Прогнозировать наступление похолоданий и потеплений в будущем.	способностью определять по появлению в разрезе осадочных толщ характерных тиллитовых образований о начале и завершении ледниковых периодов в прошлом. Характерным набором признаков для определения климатических и палеогеографических условий прошлых геологических периодов и эпох Земли.	<b>Практическая работа.</b> <b>Доклад с презентацией.</b> <b>Групповая дискуссия.</b> <b>Реферат.</b>
<b>16. Экзогенные процессы в Мировом океане.</b>	ПК-1 ОПК-5	разрушительная и созидательная деятельность морей и океанов. Морское и океанское осадконакопление. Процессы преобразования осадков в осадочную породу. Об экологических особенностях и полезных ископаемых морских бассейнов. К примеру, о скоплениях сульфидных руд в районах подводной гидротермальной деятельности «черных курильщиков».	по определенному набору признаков предполагать о наличии на конкретной территории месторождений полезных ископаемых и составлять проекты поисковых геологоразведочных работ. Например, прогнозировать открытие нефтегазоносных залежей на арктическом континентальном склоне Северного Ледовитого океана.	методами и методиками поиска полезных ископаемых в Мировом океане.	<b>Практическая работа.</b> <b>Контрольная работа № 6</b> <b>Групповая дискуссия.</b>

**4-й семестр**

<p><b>17. Процессы внутренней динамики (эндогенные).</b></p>	<p align="center">ПК-1 ОПК-52</p>	<p>о современных вертикальных и горизонтальных движениях земной коры, складчатых и разрывных нарушениях, об эффузивных и интрузивных образованиях в области срединно-окенических хребтов, активных и пассивных окраин континентов. О происхождении континентальной и океанической коры в свете современной теории тектоники литосферных плит.</p>	<p>использовать и интерпретировать данные геофизических исследований с целью поиска новых месторождений твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых.</p>	<p>информационными технологиями, применяемыми в геологии и горном деле; принципами моделирования месторождений полезных ископаемых в разных геологических обстановках.</p>	<p><b>Устный опрос на понимание терминов. Доклад с презентацией.</b></p>
<p><b>18. Магматизм. Вулканизм. Землетрясения. Метаморфизм.</b></p>	<p align="center">ПК-1 ОПК-5</p>	<p>химическую классификацию магматических пород по содержанию в них SiO<sub>2</sub>. Бинарный кристаллизационный ряд Боуэна. Причины зарождения и миграции магматических расплавов. О химическом составе, температуре и вязкости лав и продуктах извержения вулканов. О механизме перемещения пирокластических продуктов извержений. Механизмы возникновения землетрясений и его параметры. Количественную оценку силы землетрясения.</p>	<p>диагностировать и описывать главные магматические горные породы с разделением их на кислые, средние, основные и ультраосновные. Анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния. Определять последствия извержения вулканов. Определять скорости продольных и поперечных волн при землетрясении. Вычислять зависимость энергии землетрясения от магнитуды по шкале Рихтера.</p>	<p>методикой анализа двухкомпонентных фазовых диаграмм кристаллизации плагиоклазов, систем диопсид-анортит и оливинового изоморфного ряда фаялит-форстерит.</p>	<p><b>Доклад с презентацией. Реферат.</b></p>
<p><b>19. Современные движения земной коры. Тектоника литосферных плит.</b></p>	<p align="center">ПК-1 ОПК-5</p>	<p>главные структурные элементы земной коры. Иметь представление о современной тектонике и кинематике литосферных плит. О распаде суперконтинентов в рамках двухярусной модели</p>	<p>описывать движение плит, рассчитывать их скорости и направления перемещений на сферической поверхности Земли. Определять полюса вращения двух плит,</p>	<p>приемами графического моделирования различных участков земной коры на основе современных компьютерных технологий.</p>	<p><b>Контрольная работа № 7. Доклад с презентацией. Групповая дискуссия</b></p>

		мантийной конвекции.	разделенных трансформным разломом.		
<b>20. Природные ресурсы Земли. Техногенные изменения геологической среды.</b>	ПК-1 ОПК-5	какие природные ресурсы Земли относятся к возобновляемым и к невозобновляемым запасам.	Использовать существующие возможности для комплексного извлечения полезных компонентов из добываемого минерального сырья. Решать проблемы техногенного загрязнения окружающей среды.	Способами оценки морфологических особенностей генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.	<b>Доклад с презентацией. Реферат. Групповая дискуссия</b>
<b>21. Стадии разведки, геолого-промышленная оценка месторождений и подсчет запасов полезных ископаемых.</b>	ПК-1 ОПК-5	основные стадии разведки. Предварительная, детальная и эксплуатационная стадии разведки месторождения. Основные требования к подсчётам запасов полезных ископаемых. Кондиции для подсчёта запасов. Оконтуривание рудных тел. Способы подсчета объёмов и запасов полезных ископаемых. Основные параметры для подсчёта запасов. Общие формулы для подсчёта объёмов и запасов. Текущий учёт запасов на руднике.	классифицировать запасы по степени разведанности, изученности и подготовленности их для промышленного освоения. Определять конечную цель оценки месторождения на стадии детальной разведки, однозначно определять роль и место его в экономике отрасли промышленности с учётом сложившихся потребностей в данном сырье.	основными принципами и методами геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых. Анализом влияния горно-геологических параметров месторождения на ТЭП его разработки, выбором оптимального варианта разработки месторождения и с минимальными потерями полезного ископаемого.	<b>Контрольная работа № 8 . Доклад с презентацией. Групповая дискуссия</b>

## 4. Критерии и шкалы оценивания

### 4.1 Устный опрос на понимание терминов

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

### 4.2 Доклад с презентацией

Баллы	Характеристики выступления обучающегося
5	<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>
3	<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>
1	<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

**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

Баллы	Характеристики ответа студента
5	<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>
3	<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>
1	<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

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 недочеты;</li> <li>- имеются неточности в стиле изложения материала;</li> <li>- имеются упущения в оформлении графики.</li> </ul>

<b>1</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

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 одноклассных 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.

Ь – 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

Успешному изучению теоретических основ дисциплины и применению полученных знаний на практике в значительной мере способствует решение задач и примеров, как при групповом обучении, так и при самостоятельной, индивидуальной работе. Студентам в течение семестра преподавателем предлагаются для решения различные задачи по геологическим исследованиям, выполняемым при поисках, разведке и добыче полезных ископаемых. Большинство задач взято из практики работы различных геологических служб Министерства природных ресурсов Российской Федерации. Некоторые задачи составлены по материалам разведки и эксплуатации месторождений, расположенных на территории Мурманской области

### Пример 1.

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 прослои 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 III вариант 2,75 млн. т.

Требуется определить:

1. Себестоимость 1т апатитового концентрата по каждому варианту бортового содержания.
2. Рентабельность освоения месторождения по концентрату.
3. Годовую прибыль предприятия.
4. Общую прибыль за весь срок эксплуатации месторождения.
5. Наиболее оптимальный вариант бортового содержания  $P_2O_5$  в руде и, соответственно, для подсчета запасов апатита.

*Ход решения*

1. Себестоимость 1т апатитового концентрата рассчитываем по формуле:

$$Q_k = (Q_d + Q_o) \cdot q \dots \dots \dots (1)$$

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:

$$q = C_k / (C_p \cdot K_n \cdot K_p) \quad (2)$$

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

$C_p$  – среднее содержание  $P_2O_5$  в руде,  
 $K_{из}$  – 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.

Согласно выполненным расчетам по соответствующим формулам, оптимальное бортовое содержание  $P_2O_5$  принимается равным 8%. Себестоимость при таком содержании: на открытой добыче будет равна 9,74 руб/т, на подземной добыче – 9,14 руб/т. Рентабельность по концентрату, соответственно, на открытой добыче – 146,68 млн руб, на подземной добыче – 181,0 млн руб. Годовая прибыль предприятия, соответственно, на открытой добыче – 7,31 млн руб, на подземной добыче – 8.90 млн руб. Общая прибыль от разработки месторождения за 20 лет его эксплуатации составит, соответственно, на открытой добыче – 83,76 млн руб, на подземной добыче – 101.98 млн руб.

### Пример 2.

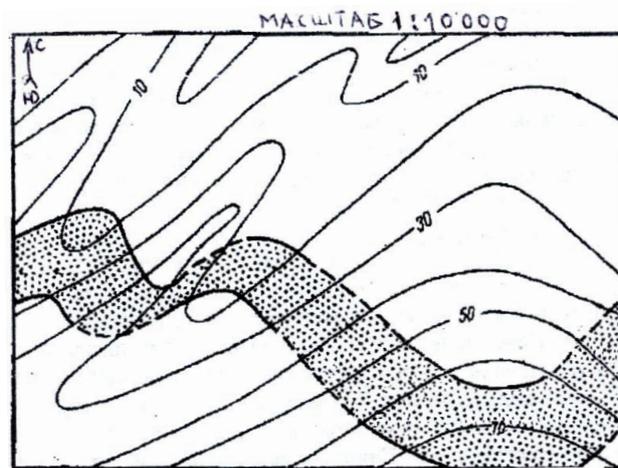


Рис.1. План выхода пласта марганцевых руд на поверхность.  
(мощность наносов в пределах участка около 0,5 м).

На рисунке 1 показан выход пласта марганцевых руд на поверхность (мощность наносов около 0,5 м).

#### Требуется:

1. Определить элементы залегания пласта (азимуты простирания и падения, угол падения), нормальную мощность.

2. Для отбора технологической пробы и изучения вмещающих пород выбрать место для заложения шурфа или штольни. Выработка должна вскрыть пласт ниже зоны выветривания, нижняя граница которой залегает на глубине около 15 м от поверхности.

Обосновать целесообразность заложения одной из указанных выработок для отбора пробы (в условиях устойчивых и неустойчивых вмещающих пород, слабой и сильной обводнённости участка).

#### Ход решения:

1. Определить элементы залегания пласта графическим путем.

Для этого, используя изолинии рельефа (горизонталы с отметками), необходимо на плане провести линии, соединяющие одинаковые абсолютные отметки кровли или почвы пласта марганцевых руд. Это будут линии простирания залежи ( $AB$ ,  $CD$  и т.п.). Так как

линии стратоизогипс проходят с запада на восток, то делаем заключение о субширотном простираании залежи.

2. Уменьшение отметок стратоизогипс пласта к северу свидетельствует об его падении на север.

3. Для определения угла падения измеряем на плане кратчайшие расстояния между соседними стратоизогипсами по почве или кровле пласта ( $EF$ ). Затем в масштабе карты по вертикали откладываем разность абсолютных отметок этих соседних стратоизогипс. Отношение этой разности к длине  $EF$  – это тангенс угла падения пласта, градусную меру которого нетрудно найти по таблицам тригонометрических функций.

4. Для определения нормальной мощности пласта первоначально определяем его горизонтальную мощность. Кратчайшие расстояния между линиями пересечения одной и той же стратоизогипсы с кровлей и почвой ( $LM$ ) являются горизонтальной мощностью пласта. Замерив горизонтальную мощность и зная угол падения, графически определяем нормальную мощность пласта.

5. Место для заложения шурфа и штольни определяем по разности отметок горизонталей рельефа и стратоизогипс в точках их пересечений. Например, в точке  $O$  отметка рельефа, на которую мы её посадим, равна 30 м, а стратоизогипса, проходящая через эту точку равна +20 м. Значит до кровли пласта 10 метров.

6. С целью уточнения элементов залегания пласта на глубине, выбираем место для заложения трёх скважин, расположенных не на одной прямой с проектными глубинами 15. 30 и 50 метров от поверхности.

7. Пользуясь укрупненными расчетными показателями, обосновываем целесообразность проходки шурфа или штольни при различных горнотехнических условиях.

### Пример 3.

Проведение контуров рудных тел является одной из важнейших операций при подсчете запасов. Контур, характеризующий полное окончание (выклинивание) рудной залежи, называется нулевым контуром. Способ проф. В.И. Баумана, или способ изогипс, применяется исключительно для выдержанных по мощности и составу пластовых месторождений, смятых в крутые складки, с резко изменяющимся углом падения как по простираанию, так и по падению.

Определите по способу проф. В.И. Баумана объем элементарного блока, находящегося на выклинивании пластовой рудной залежи, изображенной на рисунке 2.

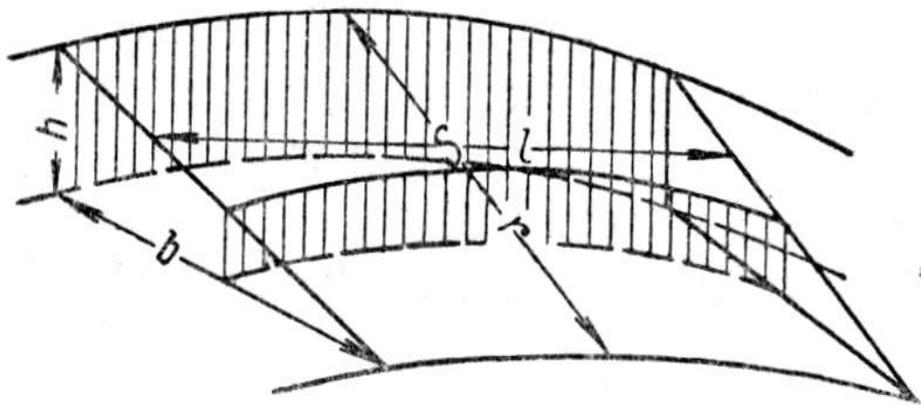


Рис. 2. Элементарная площадка  $S$  при подсчете запасов по способу В.И. Баумана (способ изогипс).

$h$  – мощность рудной залежи на внешней изогипсе блока;  $b$  – заложение между внешней и нулевой изогипсами;  $r$  – истинная ширина выделенной для подсчета элементарной

площадки;  $l$  – длина изогипсы или средней линии между соседними изогипсами, измеряемая непосредственно на плане.

(Изогипса – это линия равных абсолютных отметок поверхности пласта).

#### Ход решения

1. Определить на аксонометрической проекции среднюю мощность рудной залежи в элементарном блоке по формуле:  $m_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (m_1 + m_2)$ ,

где  $m_1 = 0,5 \cdot h_1$ ,  $m_2 = 0,5 \cdot h_2$ . (При малых углах падения  $m_{\text{cp}} \approx m_{\text{ист}}$ ).

2. Найти истинное значение площади элементарной площадки по формуле:  $S = l r_{\text{cp}}$ ;

где  $r_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (r_1 + r_2)$ ;  $r_1 = \sqrt{h_1^2 + b_1^2}$ ;  $r_2 = \sqrt{h_2^2 + b_2^2}$ .

3. Вычислить объем блока полезного ископаемого по формуле:

$$V = m_{\text{cp}} S$$

### **5.3 Темы докладов**

1. Элементы кристаллографии.
2. Физические свойства минералов.
3. Классификация минералов.
4. Структурные особенности и систематика подкласса силикатов.
5. Классификация горных пород по генезису. Осадочные горные породы.
6. Магматические горные породы.
7. Метаморфические горные породы. Факторы и виды метаморфизма.
8. Геологическая карта. Геологические профили (разрезы). Общие принципы построения геологических карт и разрезов.
9. Определение элементов залегания пластов и тектонических нарушений с помощью горного компаса.

### **5.4 Темы рефератов**

1. Аккреция Земли и планет Солнечной системы.
2. Происхождение жизни в Солнечной системе.
3. Уникальность Земли.
4. Внутреннее строение Солнца.
5. Геология и минерагения Мирового океана.
6. Глубоководные тайны черных курильщиков.
7. Мутьевые потоки и глубоководные течения в Мировом океане.
8. Актуальность проблемы нефтегазопроисхождения на Российском Севере.
9. О возможности существенного снижения расходов по транспортировке углеводородов на Российском Севере.
10. Нефтегазоносность «несостоявшихся океанов».
11. О глобальных разрывных структурах земной коры.
12. Распад Пангеи.

### **5.5 Пример выполнения контрольной работы**

Контрольные работы подводят итог изучению отдельных разделов дисциплины. Самостоятельная работа студента предполагает кропотливую работу с научной и учебно-методической литературой, неполный список которой указан в разделе 6 рабочей программы. Особое внимание предлагается обратить на учебные пособия, приведенные в дополнительной литературе.

В качестве примера ниже приводим ход выполнения контрольной работы №5.

## Контрольная работа №5.

Для определения возраста горных пород в годах применяются различные геохронологические методы, основанные на едином законе радиоактивного распада, согласно которому число атомов радиоактивного изотопа, распадающихся в единицу времени, пропорционально имеющемуся в данный момент общему количеству атомов этого изотопа:

$$dN/dt = -\lambda N, \quad (1)$$

где  $N$  – число атомов радиоактивного изотопа, имеющихся в наличии в момент  $t$ , а  $\lambda$  – постоянная распада. Период полураспада радионуклида – это период времени, в течение которого распадается половина его атомов, существовавших в момент времени  $t = 0$ .

$$t = \ln 2 / \lambda = 0,69315 / \lambda \quad (2)$$

На константы распада не влияют ни физические условия (высокие температуры и давления), ни химическое состояние вещества (например, тип соединения в минералах). Радиоактивные изотопы, таким образом, играют роль атомных часов, начавших отсчет времени с момента кристаллизации минерала в той или иной породе.

Константы распада наиболее важных для геохронологии радиоактивных изотопов приведены в табл. 1.

Чтобы понять, каким образом по концентрации радиоактивных изотопов и их дочерних продуктов определить возраст горной породы, рассмотрим простейший случай. Интегрирование выражения (1) по времени

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (3)$$

позволяет выразить число атомов  $N$  через число радиоактивных атомов  $N_0$  в момент  $t = 0$ . Предположим, что в начальный момент времени  $t = 0$  в породе содержалось  $N_0(P)$  исходных (материнских) радиоактивных атомов и нулевое количество дочерних. Если в течение всей истории существования породы материнские атомы не добавляются к ней и не уносятся из нее, а дочерние атомы возникают только за счет радиоактивного распада, то в момент  $t$  в породе будет присутствовать  $N(P)$  материнских и  $N(D)$  дочерних атомов:

$$N(P) = N_0(P) \cdot e^{-\lambda t}, \quad (4)$$

$$N(D) = N_0(P) - N(P) \quad (5)$$

Исключив из уравнений (4) и (5) величину  $N_0(P)$ , получим следующее соотношение между числом материнских и дочерних атомов и возрастом породы:

$$N(D) = N(P) \cdot [e^{\lambda t} - 1]. \quad (6)$$

Измерив величины  $N(D)$  и  $N(P)$  с помощью соотношения (6) можно установить «возраст» породы  $t$  в момент её кристаллизации или после её последнего метаморфизма.

**Таблица 1. Продукты и константы распада радиоактивных изотопов, используемых в геохронологии**

Реакция распада	Постоянная распада, лет <sup>-1</sup>	Период полураспада, лет
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + 8^4\text{He}$	$1,55 \cdot 10^{-10}$	$4,47 \cdot 10^9$
$^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb} + 7^4\text{He}$	$9,85 \cdot 10^{-10}$	$7,04 \cdot 10^8$
$^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + 6^4\text{He}$	$4,95 \cdot 10^{-11}$	$1,40 \cdot 10^{10}$
$^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$	$1,42 \cdot 10^{-11}$	$4,88 \cdot 10^{10}$
$^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}, ^{40}\text{Ca}$	$5,54 \cdot 10^{-10}$	$1,25 \cdot 10^9$

На практике используется много разных методов радиологического датирования, использующих распады различных изотопов (см табл. 1).

**В контрольной работе №5** рассматривается **калий-аргоновый (K-Ar) метод**.

Главное достоинство (K-Ar) метода – это его широкая применимость: калий присутствует почти во всех породах. Кроме того, период полураспада  $K^{40}$  всего 1250 млн лет (см. табл. 1): меньше, чем у других долгоживущих изотопов, но сопоставимый с возрастом Земли. Таким образом, (K-Ar) метод можно применять при датировании практически любого геологического объекта, а возможный диапазон колебания возраста составляет  $10^4 - 10^9$  лет в зависимости от содержания калия.

Студентам в данной работе предлагается определить возраст слюды в образце с месторождения Риколатва.

По лабораторным анализам слюды установлено, что полное количество калия в образце составляет 4,21%, а отношение аргона-38 к радиогенному аргону-40 равно 0,446. Из этого следует, что действительное число атомов аргона-40 на один грамм образца =  $13,58 \cdot 10^{15}$  [атом / г]. Однако число атомов радиоактивного калия-40 составляет лишь 0,0119% от всего количества калия, т.е. на один грамм образца атомов калия-40 приходится:

$$\text{Калий-40 [атом / г]} = 0,0421 \cdot 0,000119 \cdot (\text{число Авогадро} / \text{Атомный вес}) = 77,1 \cdot 10^{15}.$$

Это означает, что после распада некоторого количества калия-40, в результате которого образовалось  $13,58 \cdot 10^{15}$  аргона-40, в образце ещё осталось  $77,1 \cdot 10^{15}$  атомов калия-40.

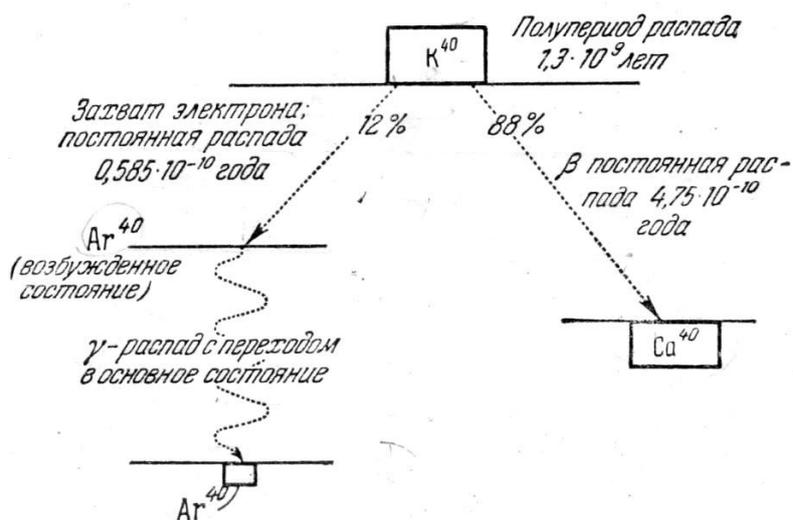


Рис. 1. В 88 случаях из ста калий-40 претерпевает  $\beta$  распад, при котором образуется кальций-40, а в 12 случаях имеет место захват орбитального электрона и образуется аргон-40. Постоянные распада приведены на рисунке. Это отношение представляет собой статистическую постоянную и не меняется с течением времени. Диаграмма показывает, что вначале образуется аргон-40 в возбужденном состоянии, который затем, испустив  $\gamma$ -квант, превращается в аргон-40 в основном состоянии.

При распаде калия-40 образуется также и кальций-40 (рис. 1) в количестве 8,47 атомов кальция на один атом аргона. Таким образом, во время кристаллизации слюды каждый грамм ее содержал следующее число атомов калия-40:

$$(77,1 \cdot 10^{15}) + (13,58 \cdot 10^{15}) + (8,47 \cdot 13,58 \cdot 10^{15}) \text{ или всего } 205,6 \cdot 10^{15} \text{ атомов.}$$

Распад радиоактивного вещества происходит с постоянной скоростью, однако с уменьшением числа материнских атомов фактическая скорость образования дочерних

атомов падает. Здесь процесс происходит аналогично процессу поглощения гамма-лучей, т. е. имеет место экспоненциальная зависимость от времени.

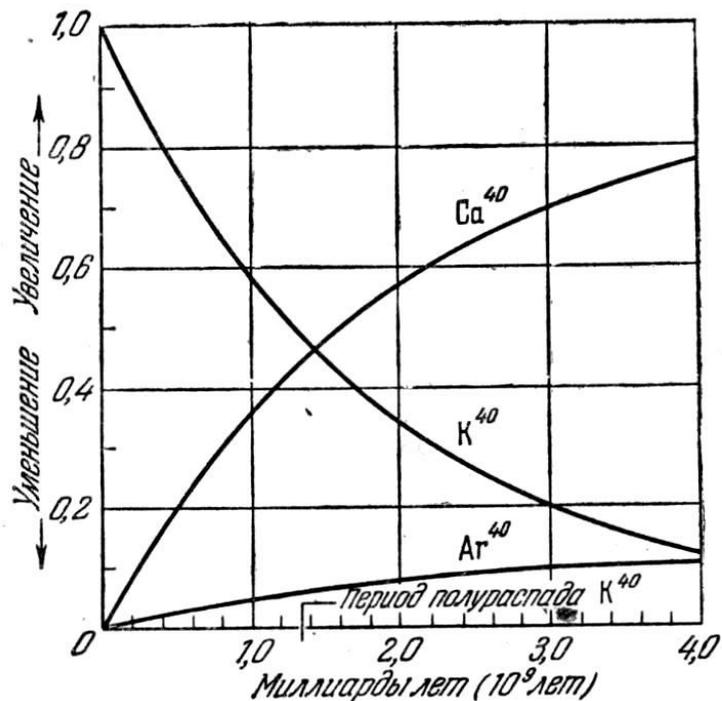


Рис. 2. Как видно из кривой распада калия-40, процесс подчиняется экспоненциальному закону, причем период полураспада равен  $1,31 \cdot 10^9$  лет. Если распад происходит в замкнутой системе, то начнется накопление продуктов распада кальция-40 и аргона-40 в отношении, указываемом другими двумя кривыми. Сумма этих двух изотопов в любое время равна количеству калия-40, претерпевшему распад.

Рассмотрим этот процесс, пользуясь кривыми рис. 2. В момент образования кристалла, принятый нами за нулевой, начинается распад калия-40. Процесс распада во времени протекает по экспоненциальной кривой, и количество калия, остающееся в образце, изображается кривой, обозначенной  $K^{40}$ . Для проверки отсчитываем по кривой время, истекшее до того момента, когда в образце осталась половина всего количества  $K^{40}$ . Оно оказывается равным  $1,31 \cdot 10^9$  года, т.е. как раз периоду полураспада  $K^{40}$ .

Однако в этом же образце образуются, начиная от нуля, также и продукты распада  $Ca^{40}$  и  $Ar^{40}$ ; общее число их атомов должно равняться числу атомов  $K^{40}$ , претерпевших распад и исчезнувших.

В настоящее время известно, что  $Ar^{40}$  и  $Ca^{40}$  всегда образуются в одном и том же отношении. Иначе говоря, вероятность распада атома  $K^{40}$  с образованием атома  $Ca^{40}$  за единицу времени есть величина постоянная. И аналогично, вероятность образования атома  $Ar^{40}$  путем распада атома  $K^{40}$  также равна постоянной величине. Следовательно, отношение обоих продуктов распада всегда остается неизменным. Это позволяет построить кривые  $Ca^{40}$  и  $Ar^{40}$  таким образом, чтобы их отношение оставалось постоянным и сумма их в любой момент соответствовала бы кривым  $Ca^{40} + Ar^{40}$ .

Легко видеть, что отношение  $Ar^{40}/K^{40}$  изменяется с течением времени. Измерив на образце минерала это отношение, мы можем затем по кривой найти время, протекшее от нулевого времени, когда происходило образование минерала. На практике возраст не берут по кривой, а точно вычисляют. Мы сейчас сделаем это вычисление, чтобы все могли увидеть, как это делается. Пусть  $M$  будет число атомов, оставшихся в образце на данный момент времени  $t$ , и  $M_0$  — первоначальное число материнских атомов; тогда можно написать, что

$$M = M_0 e^{-\lambda t}$$

где  $\lambda$  — доля общего числа материнских атомов, претерпевающих распад за единицу времени.

Постоянная распада калия-40 равна  $5,28 \cdot 10^{-10}$  атомов в год. В нашем случае  $M_0 = 205,6 \cdot 10^{15}$  атомов, а  $M = 77,1 \cdot 10^{15}$  атомов и мы можем решить наше уравнение относительно  $t$ , т.е. узнать время, необходимое для распада такого количества калия. Сначала логарифмируем наше уравнение и получаем:

$$\lg M = \lg M_0 - \lambda \cdot t \cdot \lg e \quad (7)$$

или

$$16 \lg 7,71 = 17 \lg 2,05 - 5,28 \cdot 10^{-10} t \cdot \lg e \quad (8)$$

Из уравнения (7) находим, что:

$$t = (\lg M_0 - \lg M) / \lambda \cdot \lg e = \lg 0,426 \cdot 10^{10} / 2,2915 = 1860 \cdot 10^6 \text{ лет.}$$

Таким образом, наша слюда образовалась 1 млрд 860 млн лет назад, т.е. в раннем протерозое.

### 5.6 Примерный перечень вопросов к экзамену и зачетам

1. Задача, цель и объект изучения геологии. Иерархия объектов, изучением которых занимается геология. Место геологии среди других наук о Земле. Основные родственные и пограничные дисциплины.
2. Земля в космическом пространстве. Представления о масштабах Вселенной. Галактика Млечного Пути, её размеры и строение. Положение Солнечной системы в нашей Галактике. Химический состав космических объектов (звёзд, туманностей, планет).
3. Современные взгляды на происхождение Вселенной. Гипотеза Большого взрыва. Возраст и границы познаваемой Вселенной. Факты, подтверждающие гипотезу расширяющейся Вселенной. Гравитационное красное смещение и закон Хаббла.
4. Основные характеристики звёзд. Диаграмма «спектр-светимость» Герцшпрунга-Рессела. Представления об эволюции звёзд и происхождении химических элементов от H<sup>1</sup> до Bi<sup>83</sup>.
5. Происхождение Солнечной системы. Распределение вращательного момента в Солнечной системе.
6. Основные характеристики Солнца. Внутреннее строение Солнца и его атмосферы. Солнечная энергия. Солнечные вспышки и циклы солнечной активности. Будущее Солнца.
7. Планеты Солнечной системы. Основные характеристики планет. Отличия планет земной группы от внешних планет. Спутники планет, астероиды, кометы и метеориты.
8. Аккреция Земли и других планет земной группы. Длительность процесса аккреции планет. Источники энергии начального разогрева холодной и гомогенной Земли.
9. Ранние периоды в истории развития Земли: лунная стадия, возникновение атмосферы и гидросферы, образование овоидов (нуклеарная стадия) и пангранитизация. Время окончательного формирования первичной континентальной коры. Сравнение среднего состава земной коры, изверженных пород и тектитов.
10. Форма и размеры Земли, масса, объём, средняя плотность, ускорение силы тяжести на полюсе и экваторе, площадь поверхности суши и Мирового океана. Источники сведений о внутреннем строении Земли. Продольные, поперечные и поверхностные сейсмические волны.
11. Оболочки твёрдой Земли. Модель современной Земли по сейсмическим данным. Изменение термодинамических параметров с глубиной.
12. Земная кора. Строение, вещественный и химический состав океанской и

континентальной коры.

13. Что такое офиолиты? Сопоставление типичного разреза офиолитового комплекса со слоями современной океанской литосферы. Принципиальные отличия континентальной и океанской коры.

14. Мантия. Три варианта модельного состава мантии. Фазовые переходы в мантии.

15. Что такое астеносфера? На какой глубине от поверхности Земли проходит граница между верхней и нижней астеносферой? Какие изменения происходят на границе Леман? Что является причиной этих изменений?

16. Представления о самой мощной оболочке Земли - нижней мантии (слой Д). Особенности раздела Д<sub>1</sub> (граница Гутенберга). На каких глубинах располагаются верхняя и нижняя границы оболочки Д? Поведение скоростей сейсмических волн (Р-и S-волн) в слое Д<sub>1</sub>.

17. Ядро Земли. Химическая природа границы мантии и ядра. Изменение всех параметров на глубине 2891 км. На какой глубине находится граница между внутренним и внешним ядром? Представления о составе внешнего и внутреннего ядра. Основные различия между ними.

18. Внешние оболочки Земли. Гидросфера. Распределение воды на поверхности Земли и в литосфере. Соотношение основных фаз воды в земной коре. Роль воды в развитии планеты. Дренажная оболочка. Принципиальная схема фазовой зональности подземной гидросферы.

19. Океаносфера. Рельеф дна Мирового океана. Химический состав и температура морской воды. Динамика гидросферы. Приливы и отливы.

20. Практическое значение океаносферы. Полезные ископаемые Мирового океана и внутренних морей.

21. Атмосфера Земли, её структура и состав на различных высотах от земной поверхности. Эволюция земной атмосферы. Динамика атмосферы.

22. Биосфера Земли. Границы биосферы Земли. Роль биосферы в геологических процессах.

23. Магнитное поле Земли. Элементы земного магнетизма. Связь магнитной индукции с напряжённостью и намагниченностью горных пород. Природа и строение магнитосферы Земли. Основные гипотезы происхождения магнитного поля Земли.

24. Гравитационное поле Земли и изостазия. Ускорение силы тяжести на Земле и других объектах Солнечной системы. Зависимость времени от гравитации.

25. Тепло Земли. Геотермический градиент. Характер изменения величины теплового потока в различных районах земной поверхности.

26. Элементы кристаллографии. Общие сведения о внутреннем строении кристаллического вещества. Полиморфизм и изоморфизм.

27. Элементы симметрии в кристаллах. Кристаллографические оси. Кристаллографические сингонии. Простые формы и комбинации.

28. Физические свойства минералов: цвет, побежалость, цвет черты, блеск.

29. Физические свойства минералов: спайность, излом, твёрдость, удельный вес.

30. Физические свойства минералов: ковкость, хрупкость, упругость, прозрачность, шероховатость и жирность, магнитность, реакция с кислотами, гигроскопичность, горючесть и плавкость, запах, вкус и другие особые свойства.

31. Формы минеральных агрегатов: дендриты, друзы, секретиции, конкреции, оолиты, натёчные формы, выцветы; зернисто-кристаллические, плотные и землистые агрегаты; псевдоморфозы.

32. Процессы образования минералов в природе: магматический, пегматитовый, пневматолитовый, гидротермальный, контактово-метасоматический, гипергенный (осадочный), метаморфический.

33. Классификация минералов. Основные признаки классификации минералов. Химическая классификация.

34. I класс. Самородные элементы. Металлы.
35. I класс. Самородные элементы. Металлоиды (неметаллы).
36. II класс. Сульфиды (простые сульфиды).
37. II класс. Сульфиды (сложные сульфиды).
38. III класс. Галогениды (хлориды и фториды).
39. IV класс. Оксиды (окислы).
40. IV класс. Гидроксиды (гидроокислы).
41. V класс. Кислородные соли (карбонаты, сульфаты, фосфаты).
42. V класс. Соли кислородных кислот (молибдаты, вольфраматы, хроматы, арсенаты и ванадаты).
43. V класс. Структурные особенности и систематика подкласса силикатов.
44. Островные и кольцевые силикаты. Описание главных породообразующих и рудных минералов данного подкласса.
45. Цепочечные и ленточные силикаты. Краткая характеристика минералов группы пироксенов и амфиболов.
46. Слоевые или листовые силикаты. Особенности минералов данной группы силикатов.
47. Каркасные силикаты. Общая характеристика полевых шпатов.
48. Подгруппа плагиоклазов. Описание минералов изоморфного ряда альбит – анортит.
49. Щелочные полевые шпаты. Характеристика основных минералов этой группы.
50. Фельдшпатоиды. Описание типичных минералов данной группы алюмосиликатов.
51. Общие сведения о горных породах. Классификация горных пород по генезису. Применение горных пород в народном хозяйстве.
52. Осадочные горные породы, их происхождение. Классификация обломочных пород по форме и размерам обломков. Краткая характеристика обломочных пород.
53. Породы химического происхождения: карбонатные и кремнистые, сернокислые и галлоидные, железисто-марганцевые, алюминиевые и фосфатные породы.
54. Породы органогенного и смешанного происхождения.
55. Магматические горные породы и их химическая классификация по содержанию  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Кристаллизационный ряд Н.Л.Боуэна.
56. Формы залегания глубинных (интрузивных) и излившихся (эффузивных) магматических пород. Основные структуры и текстуры магматических горных пород.
57. Краткая характеристика пирокластических и жильных пород. Продукты постмагматических процессов: пневматолитовые, гидротермальные и контактово-метасоматические образования.
58. Описание типичных пород, образовавшихся из магмы основного и ультраосновного состава (интрузивные и эффузивные разности).
59. Кислые, средние и щелочные магматические породы, их интрузивные и эффузивные аналоги.
60. Факторы и виды метаморфизма, структурно-текстурные и минералогические изменения при метаморфизме. Метаморфические фации.
61. Описание метаморфических пород регионального и контактового метаморфизма.
62. Возраст горных пород. Геологическое время. Методы абсолютной и относительной геохронологии. Геохронологическая шкала. Периодизация тектонической активности Земли. Сопоставление галактических циклов с фазами диастрофизма на Земле.
63. Радиоактивные изотопы и их использование в геохронологии. Взаимодействие  $\gamma$  - лучей с электронами. Поглощение  $\gamma$  - лучей. Вывод уравнения, описывающего экспоненциальный закон.
64. Определение относительного возраста магматических образований. Составление сводной стратиграфической колонки. Международная стратиграфическая (геохронологическая) шкала. Её подразделения.
65. Геологическая карта. Чтение геологических карт. Топографическая основа геологических карт и её номенклатура. Изображение рельефа на топографических картах.

- Определение элементов залегания пласта с помощью горного компаса.
66. Методы изображения пласта на плане и в разрезе. Изображение горизонтально и моноклинально залегающих пород на геологической карте.
  67. Складчатые и разрывные нарушения. Трещиноватость горных пород. Изображение складок, разрывных нарушений и стратиграфического несогласия на геологической карте.
  68. Геологические профили (разрезы). Общие принципы и порядок построения геологических профилей.
  69. Экзогенные процессы. Сущность и направленность процессов выветривания. Агенты и типы выветривания. Продукты выветривания. Древние коры выветривания и приуроченные к ним полезные ископаемые.
  70. Геологическая деятельность ветра.
  71. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод.
  72. Гравитационные процессы на склонах. Деятельность временных потоков.
  73. Деятельность рек. Эрозия, перенос и аккумуляция. Теоретическое и практическое значение деятельности рек.
  74. Геологическая деятельность подземных вод. Виды воды в породах. Происхождение подземных вод.
  75. Грунтовые воды и их режим. Напорные (артезианские) воды.
  76. Общая минерализация и химический состав подземных вод.
  77. Карстовые процессы. Формы поверхностного и подземного карста. Отложения в пещерах. Суффозионные явления. Термокарст. Возрастные генерации карста.
  78. Геологическая деятельность ледников. Горные и покровные ледники. Движение ледников. Комплекс ледниковых образований.
  79. Древние и неоген-четвертичные оледенения Земли.
  80. Развитие великих четвертичных оледенений. Расчленение ледниковых и межледниковых отложений.
  81. Причины оледенений на Земле.
  82. Геологические процессы в мёрзлой зоне литосферы (криолитозоне).
  83. Геологическая деятельность озёр и болот.
  84. Геологическая деятельность морей и океанов.
  85. Эндогенные геологические процессы. Интрузивный и эффузивный магматизм. Понятие о магме и магматической дифференциации. Типы магм и их происхождение. Кристаллизация магмы и её превращение в горную породу. Фазовая диаграмма кристаллизации плагиоклазов.
  86. Вулканизм. Типы вулканических извержений и причины их разнообразия. Продукты извержения вулканов. Химический состав, температура, вязкость и плотность излившейся лавы. Особенности подводного вулканизма.
  87. Землетрясения. Механизм возникновения землетрясения, его параметры и интенсивность. Географическое распространение землетрясений и их геологическая позиция. Цунами. Возможности прогноза землетрясений.
  88. Складчатые и разрывные нарушения. Современные движения земной коры. Главные структурные элементы земной коры и тектоника литосферных плит.
  89. Природные ресурсы Земли. Основные методы подсчета запасов руд и металлов. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых.
  90. Техногенные изменения геологической среды.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
21.05.04 Горное дело  
Специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых»**

---

(код, направление, профиль)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Шифр дисциплины по РУП		<b>Б1.Б.16</b>					
Дисциплина		<b>Геология</b>					
Курс	<b>1</b>	семестр	<b>1-2</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>360/10</b>	Кол-во семестров	<b>4/2</b>	Форма контроля	Зачет <b>4/4</b>	
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>12/8</b>	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>6/4</b>	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>-/-</b>	СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>325/236</b>

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

- готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов (ОПК-5);
- владение навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-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>				
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Устный опрос на понимание терминов	2	4	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа (решение задач)	1	5	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Доклад с презентацией	1	5	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Реферат	1	5	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Контрольная работа	4	40	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Групповая дискуссия	1	1	В течение семестра
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
Зачет		Вопрос 1	20	В сроки сессии
		Вопрос 2	20	В сроки сессии
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<i><b>Дополнительный блок</b></i>				
ОПК-5, ПК-1	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
ОПК-5, ПК-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.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**21.05.04 Горное дело**  
**специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых»**  
(код, направление, профиль)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Шифр дисциплины по РУП		<b>Б1.Б.16</b>			
Дисциплина		<b>Геология</b>			
Курс	<b>2</b>	семестр	<b>3</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>360/10</b>	Кол-во семестров	<b>4/1</b>	Форма контроля	Зачет <b>4/4</b>
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>12/4</b>	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>6/2</b>	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>-/-</b>
		СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>			<b>325/62</b>

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

- готовностью использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов (ОПК-5);
- владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<b>Вводный блок</b>				
Не предусмотрен				
<b>Основной блок</b>				
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Доклад с презентацией	5	25	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Реферат	2	10	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Контрольная работа	2	20	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Практическая работа. Групповая дискуссия	5	5	В течение семестра
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
<b>Зачет</b>		Вопрос 1	20	В сроки сессии
		Вопрос 2	20	В сроки сессии
<b>Всего:</b>			<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<b>Дополнительный блок</b>				
ОПК-5, ПК-1	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
ОПК-5, ПК-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.

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**21.05.04 Горное дело**  
**специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых»**  
(код, направление, профиль)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Шифр дисциплины по РУП		Б1.Б.16					
Дисциплина		Геология					
Курс	2	семестр	4				
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства						
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Лыткин Виталий Андреевич, к.г.-м.н., доцент кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства					
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ		360/10	Кол-во семестров	4/1	Форма контроля	экзамен 9/9	
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	12/-	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	6/-	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	-/-	СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>	325/27

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

- готовностью использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов (ОПК-5);
- владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i>Вводный блок</i>				
Не предусмотрен				
<i>Основной блок</i>				
ОПК-5, ПК-1	Устный опрос на понимание терминов	1	2	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Доклад с презентацией	5	25	
ОПК-5, ПК-1	Реферат	2	10	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Контрольная работа	2	20	В течение семестра
ОПК-5, ПК-1	Групповая дискуссия	3	3	В течение семестра
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
<b>Экзамен</b>		Вопрос 1	20	В сроки сессии
		Вопрос 2	20	В сроки сессии
	<b>Всего:</b>		<b>40</b>	
<b>Итого:</b>			<b>100</b>	
<i>Дополнительный блок</i>				
ОПК-5, ПК-1	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
ОПК-5, ПК-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.