

**Приложение 2 к РПД «Комплексное освоение минеральных ресурсов»
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
Направленность (профиль) Физические процессы горного производства
Форма обучения – очная
Год набора - 2021**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Код и направление подготовки, направленность (профиль)	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, Физические процессы горного производства
3.	Дисциплина (модуль)	Комплексное освоение минеральных ресурсов
4.	Количество этапов формирования компетенций (разделы, темы дисциплины)	7

2. Перечень компетенций

<p>ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов</p>	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана.</p> <p>ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p>
<p>ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов</p>	<p>ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности.</p> <p>ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей.</p> <p>ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач.</p>
<p>ПК-11. Способен разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки</p>	<p>ПК-11.1. Определяет цели, конкретные действия (работы или мероприятия), требования к их результатам, сроки выполнения и исполнителей этих действий.</p> <p>ПК-11.2. Определяет и согласовывает наилучшие способы действий для достижения поставленных целей проекта с учетом всех факторов его реализации.</p> <p>ПК-11.3. Разрабатывает проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводит исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки.</p>

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

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Индикаторы компетенции	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
			Знать:	Уметь:	Владеть:	
<p>1. Введение. Комплексное освоение минеральных ресурсов как необходимое условие развития современного горного производства.</p>	<p>ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов</p> <p>ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов</p> <p>ПК-11. Способен разрабатывать</p>	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана.</p> <p>ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности.</p> <p>ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения</p>	<p>цели и задачи дисциплины в системе научных знаний по экономике минерального сырья.</p>	<p>формулировать основные понятия и термины рационального использования природных ресурсов.</p>	<p>сведениями о работе горнодобывающей отрасли в области и стране. Опытном разработки модели жизнедеятельности градообразующего горнодобывающего предприятий.</p>	<p>Практическая работа. Устный опрос на понимание терминов</p>

	проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки	свойств горных пород под воздействием различных физических полей. ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач. ПК-11.1. Применяет методы анализа и обобщения горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. ПК-1.2. Использует теоретические и методологические основы анализа горно-геологических условий эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов. ПК-11.3. Применяет методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при решении конкретных профессиональных задач.				
2. Геохимические особенности распределения химических элементов в литосфере и многообразие их минеральных форм.	ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении	ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана. ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при	свойства и классификации горных пород. Основные методы определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях;	определять виды и содержание геолого-экономических оценок минерального сырья на стадиях геологического изучения и освоения месторождений.	знаниями о недрах. Информацией о правах и обязанностях пользователя недрами. Сведениями о составе государственного фонда недр.	Практическая работа. Решение задач. Групповая дискуссия.

	<p>ресурсов шельфа морей и океанов ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов ПК-11. Способен разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки</p>	<p>решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности. ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей. ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач. ПК-11.1. Применяет методы анализа и обобщения горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. ПК-1.2. Использует теоретические и методологические основы анализа горно-геологических условий эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов,</p>				
--	--	---	--	--	--	--

		<p>в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов.</p> <p>ПК-11.3. Применяет методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при решении конкретных профессиональных задач.</p>				
<p>3. Современное состояние комплексного освоения минеральных ресурсов и проблема твёрдых отходов горных предприятий.</p>	<p>ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов</p> <p>ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов</p> <p>ПК-11. Способен</p>	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана.</p> <p>ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности.</p> <p>ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных</p>	<p>параметры состояния породных массивов.</p> <p>Закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей;</p>	<p>оценивать состояния породного массива на этапе выбора технологии и механизации разработки месторождений.</p>	<p>основными методиками определения свойств горных пород.</p>	<p>Практическая работа.</p> <p>Групповая дискуссия.</p> <p>Реферат.</p> <p>Устный опрос на понимание терминов</p>

	разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки	<p>ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей.</p> <p>ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач.</p> <p>ПК-11.1. Применяет методы анализа и обобщения горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p> <p>ПК-1.2. Использует теоретические и методологические основы анализа горно-геологических условий эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов.</p> <p>ПК-11.3. Применяет методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при решении конкретных профессиональных задач.</p>				
4. Основные тенденции практического осуществления комплексного использования минерального сырья.	ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана.</p> <p>ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений</p>	области применения полезных ископаемых в народном хозяйстве. Пути решения проблемных вопросов при освоении сырьевых ресурсов.	определять принципы выбора главных параметров карьера. Устанавливать порядок формирования рабочей зоны карьера.	технологией проведения вскрывающих выработок. Основными характеристиками фронта горных работ и рабочей зоны карьера.	Практическая работа. Групповая дискуссия. Решение задач.

	<p>освоении ресурсов шельфа морей и океанов ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов ПК-11. Способен разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки</p>	<p>твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности. ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей. ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач. ПК-11.1. Применяет методы анализа и обобщения горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. ПК-1.2. Использует теоретические и методологические основы анализа горно-геологических условий эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных</p>				
--	---	---	--	--	--	--

		<p>объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов. ПК-11.3. Применяет методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при решении конкретных профессиональных задач.</p>				
<p>5. Особенности состава, строения и свойств природного минерального вещества.</p>	<p>ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов</p>	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана. ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности. ПК-10.2. Оценивает параметры процессов</p>	<p>информационные технологии, применяемые в горном деле; методы и способы решения задач горного производства на основе современных компьютерных технологий.</p>	<p>формулировать задачи горного производства для их решения с помощью стандартных и специальных компьютерных программ.</p>	<p>сведениями о категориях запасов полезных ископаемых по экономическому принципу.</p>	<p>Практическая работа. Решение задач. Контрольная работа №1. Групповая дискуссия.</p>

	<p>ПК-11. Способен разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки</p>	<p>добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей.</p> <p>ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач.</p> <p>ПК-11.1. Применяет методы анализа и обобщения горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p> <p>ПК-1.2. Использует теоретические и методологические основы анализа горно-геологических условий эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов.</p> <p>ПК-11.3. Применяет методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при решении конкретных профессиональных задач.</p>				
<p>6. Методы исследования минерального вещества и физические процессы изменения его свойств. Физические методы анализа</p>	<p>ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр,</p>	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана.</p> <p>ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и</p>	<p>принципы моделирования месторождений полезных ископаемых, горнотехнических объектов и технологических процессов; системы автоматизированн</p>	<p>вести геологическое изучение территорий, поиски, разведку, добычу, подземное строительство, образование особо охраняемых объектов.</p>	<p>основными методиками строительных материалов и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях.</p>	<p>Практическая работа. Доклад с презентацией. Устный опрос на понимание терминов.</p>

<p>состава и строения природного и техногенного минерального вещества.</p>	<p>в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов ПК-11. Способен разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки</p>	<p>генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр. ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности. ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей. ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач. ПК-11.1. Применяет методы анализа и обобщения горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. ПК-1.2. Использует теоретические и методологические основы анализа горно-геологических условий эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых,</p>	<p>ого проектирования.</p>			
---	---	---	----------------------------	--	--	--

		<p>строительства и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов.</p> <p>ПК-11.3. Применяет методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при решении конкретных профессиональных задач.</p>				
<p>7. Изменения свойств минералов и межзёрренных границ при действии физических полей.</p>	<p>ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов</p> <p>ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических</p>	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана.</p> <p>ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности.</p>	<p>закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей.</p>	<p>готовить горно-графическую документацию с применением системы автоматизированного проектирования</p>	<p>основными навыками обработки полученных экспериментальных данных.</p>	<p>Практическая работа Решение задач</p>

	<p>процессов ПК-11. Способен разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки</p>	<p>ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей. ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач. ПК-11.1. Применяет методы анализа и обобщения горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. ПК-1.2. Использует теоретические и методологические основы анализа горно-геологических условий эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов. ПК-11.3. Применяет методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при решении конкретных профессиональных задач.</p>				
--	---	--	--	--	--	--

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1 За устный опрос на понимание терминов выставляются баллы

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

4.2 За подготовку доклада с презентацией выставляются баллы

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

4.3 За выполнение практической работы (решение задач) выставляются баллы

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. За подготовку реферата выставляются баллы

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

4.5 За выполнение контрольной работы выставляются баллы

Баллы	Содержание работы
10	<ul style="list-style-type: none"> - содержание работы соответствует выданному заданию; - контрольное задание выполнено уверенно, логично, последовательно и грамотно; - все расчеты сделаны без ошибок; - выполненная графика соответствует стандартным требованиям; - выводы и обобщения аргументированы; - ссылки на литературу соответствуют библиографическим требованиям.
5	<ul style="list-style-type: none"> - основные требования к работе выполнены, но при этом допущены некоторые недочеты; - имеются неточности в стиле изложения материала; - имеются упущения в оформлении графики.
1	<ul style="list-style-type: none"> - работа выполнена на 50%; - имеются существенные отступления от требований к оформлению графических материалов и текста; - допущены ошибки в расчетах; - отсутствует логическая последовательность в выводах; - отсутствуют ссылки на литературные источники.

0	<ul style="list-style-type: none"> - обнаруживается полное непонимание сути выполняемой работы; - имеется большое количество грубейших ошибок; - отсутствуют практические навыки и теоретические знания предмета.
----------	--

**4.6 За выполнение задания по составлению глоссария и опорного конспекта
выставляются баллы**

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

4.7 За участие в групповой дискуссии выставляются баллы

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

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. Импактиты.
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 одноподобных 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-слюдистая (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 микрозернистые 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

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 неравнозернистые 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 уртиты 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:

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

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.

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.

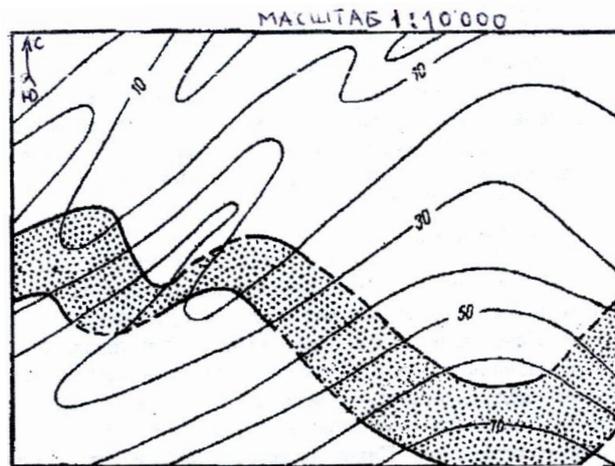


Рис.1. План выхода пласта марганцевых руд на поверхность.
(мощность наносов в пределах участка около 0,5 м).

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 простирании 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 простиранию, так и по падению.

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

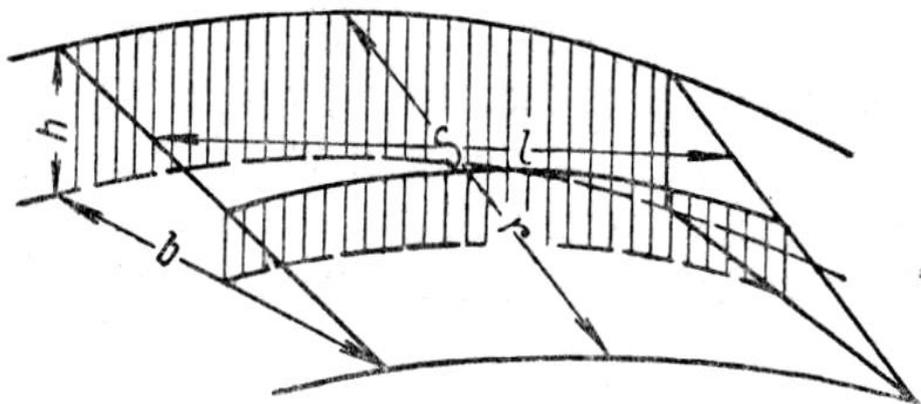


Рис. 2. Элементарная площадка S при подсчете запасов по способу В.И. Баумана (способ изогипс).

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: $m_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (m_1 + m_2)$,

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

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

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

3. Вычислить объем блока полезного ископаемого по формуле:

$$V = m_{\text{ср}} S$$

5.3 Перечень тем докладов

1. Загрязнение воздуха на горном производстве. Экология атмосферного воздуха.
2. Загрязнение водного бассейна. Экологическое значение деятельности поверхностных и подземных вод.
3. Способы очистки и обеззараживания сточных вод.
4. Предотвращение нарушения недр на открытых горных работах.
5. Предотвращение нарушения недр на подземных горных работах.
6. Методы охраны объектов и сооружений в зоне влияния горных работ.
7. Способы предупреждения горных ударов и внезапных выбросов газа.
8. Защита людей от горных ударов и выбросов газа.

9. Мероприятия по управлению напряжённо-деформированным состоянием (НДС) горного массива.

5.4 Перечень тем рефератов

1. Основные этапы развития горного дела.
2. Родственные и пограничные дисциплины.
3. Роль российских и зарубежных учёных в становлении рационального недропользования.
4. Значение рационального использования минеральных ресурсов для современного общества.
5. Нормативно-правовая база пользования недрами.
6. Структура разведанных запасов. Фонды недр.
7. Правовое регулирование деятельности в сфере недропользования. Закон РФ «О недрах».
8. Сохранение и развитие ресурсной базы страны.
9. Законы новой экологии.
10. Зарубежный опыт осуществления прав пользования недрами.

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, имеющих в наличии в момент t , а λ – 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 ⁻¹	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 расчетно-графической 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.

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:

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

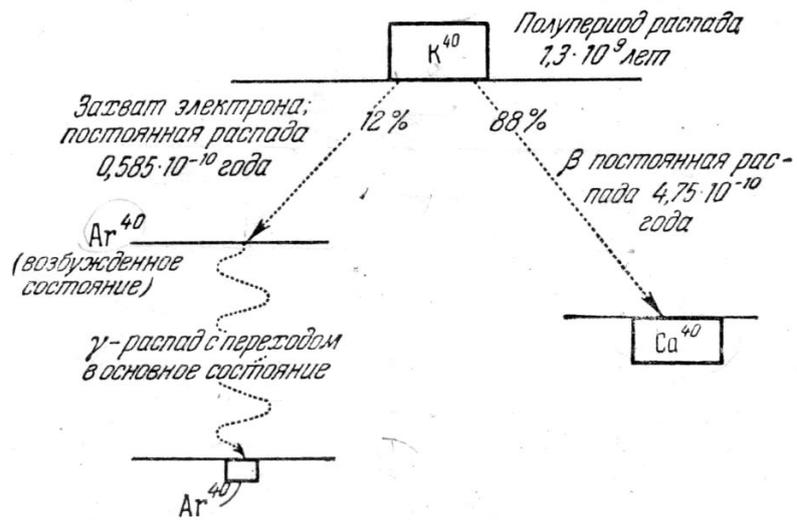


Рис. 1. В 88 случаях из ста калий-40 претерпевает β распад, при котором образуется кальций-40, а в 12 случаях имеет место захват орбитального электрона и образуется аргон-40. Постоянные распада приведены на рисунке. Это отношение представляет собой статистическую постоянную и не меняется с течением времени.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

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.

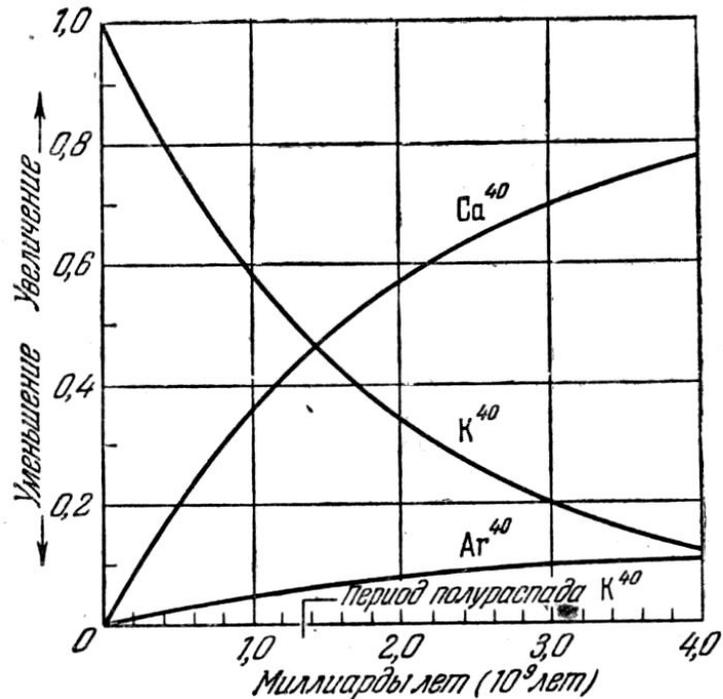


Рис. 2. Как видно из кривой распада калия-40, процесс подчиняется экспоненциальному закону, причем период полураспада равен $1,31 \cdot 10^9$ лет. Если распад происходит в замкнутой системе, то начнется накопление продуктов распада кальция-40 и аргона-40 в отношении, указываемом другими двумя кривыми. 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 λ — 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 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Комплексное освоение минеральных ресурсов как необходимое условие развития современного горного производства
2. Общие закономерности распределения и формы присутствия элементов в земной коре.
3. Геохимические особенности распределения химических элементов в литосфере и многообразии их минеральных форм.
4. Геохимические принципы миграции и концентрации элементов при формировании минерального вещества.
5. Комплексный характер месторождений полезных ископаемых.
6. Понятие о парагенетических ассоциациях.
7. Многообразие состава, строения и потребительских свойств природного минерального вещества.

8. Современное состояние комплексного освоения минеральных ресурсов и проблема твёрдых минеральных отходов горных предприятий.
9. Характеристика твёрдых минеральных отходов горных предприятий и их ресурсного потенциала.
10. Процессы гипергенного преобразования минерального вещества в техногенных образованиях, как основная причина их экологической опасности.
11. Основные тенденции практического осуществления комплексного использования минерального сырья.
12. Совершенствование технологии добычи и обогащения полезных ископаемых.
13. Установление и использование новых данных о физических свойствах минерального вещества.
14. Использование направленного изменения технологических свойств минерального вещества в процессах его подготовки к обогащению и переработке.
15. Получение новых товарных продуктов из минерального вещества за счёт действия физических и вещественных полей.
16. Особенности состава, строения и свойств природного минерального вещества.
17. Состав и строение минерального вещества.
18. Иерархическая дефектная структура минералов и горных пород.
19. Понятие о структурном состоянии минерального агрегата.
20. Физические свойства минералов и параметры, их характеризующие.
21. Возможности целенаправленного изменения свойств вещества.
22. Методы исследования минерального вещества и физические процессы изменения его свойств.
23. Физические методы анализа состава и строения природного и техногенного минерального вещества.
24. Основные принципы анализа минерального вещества с применением рентгеновской дифрактометрии.
25. Получение и регистрация рентгеновского излучения.
26. Регистрация и детекторы рентгеновского излучения.
27. Поглощение рентгеновского излучения веществом.
28. Физические принципы получения и регистрации дифракционной картины.
29. Идентификация минералов.
30. Методы исследования элементного состава минерального вещества с использованием рентгеновской флуоресцентной спектрометрии.
31. Принципы получения количественной информации о строении полиминеральных агрегатов с использованием компьютеризированной оптической микроскопии.
32. Принципы получения информации о строении минерального вещества с использованием рентгеновского электронного микроанализатора и растровой электронной микроскопии.
33. Термические методы исследования минеральных веществ.
34. Общие сведения и назначение термического анализа.
35. Дифференциально-термический анализ.
36. Термогравиметрический анализ.
37. Общая схема экспертизы природного и техногенного минерального вещества на экологическую чистоту и пригодность к переработке.
38. Изменения свойств минералов и межзёренных границ при действии физических полей.
39. Полиморфные превращения минералов.
40. Преобразование дефектной структуры минералов.
41. Закономерности диффузионных процессов в минералах.
42. Механизмы изменения свойств минералов.

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
Направленность (профиль) «Физические процессы горного производства»

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		Б1.В.ДВ.02.01					
Дисциплина		Комплексное освоение минеральных ресурсов					
Курс	4	семестр	8				
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		108/3	Кол-во семестров	1	Форма контроля	экзамен 36/36	
ЛК _{общ./тек. сем.}	32/32	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	32/32	ЛБ _{общ./тек. сем.}	-/-	СРС _{общ./тек. сем.}	8/8

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

<p>ПК-3. Способен в практической научной и инженерной деятельности руководствоваться принципами комплексного использования георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов</p>	<p>ПК-3.1. Оценивает свойства горных пород и горной среды для их применения при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана.</p> <p>ПК-3.2. Использует общие знания методологии оценки с естественнонаучных позиций строения, химического и минерального состава земной коры, морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p> <p>ПК-3.3. Оценивает с естественнонаучных позиций строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p>
<p>ПК-10. Способен проводить сертификационные испытания или исследования качества продукции предприятий горной или нефтегазовой отрасли, используемого оборудования, материалов и технологических процессов</p>	<p>ПК-10.1. Анализирует закономерности изменения свойствами горных пород и состояние массива на основе современных методов анализа в профессиональной сфере деятельности.</p> <p>ПК-10.2. Оценивает параметры процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород под воздействием различных физических полей.</p> <p>ПК-10.3. Использует методы анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач.</p>
<p>ПК-11. Способен разрабатывать проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводить исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки</p>	<p>ПК-11.1. Определяет цели, конкретные действия (работы или мероприятия), требования к их результатам, сроки выполнения и исполнителей этих действий.</p> <p>ПК-11.2. Определяет и согласовывает наилучшие способы действий для достижения поставленных целей проекта с учетом всех факторов его реализации.</p> <p>ПК-11.3. Разрабатывает проекты мероприятий по управлению качеством продукции и проводит исследования качества полезных ископаемых, сырья и продуктов переработки.</p>

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				

ПК-3; ПК-10; ПК-11	Практическая работа. Устный опрос на понимание терминов	3	6	В течение семестра
ПК-3; ПК-10; ПК-11	Практическая работа (решение задач)	4	20	В течение семестра
ПК-3; ПК-10; ПК-11	Практическая работа. Доклад с презентацией	1	10	В течение семестра
ПК-3; ПК-10; ПК-11	Практическая работа. Реферат	1	10	В течение семестра
ПК-3; ПК-10; ПК-11	Практическая работа. Контрольная работа	1	10	В течение семестра
ПК-3; ПК-10; ПК-11	Практическая работа. Групповая дискуссия	4	4	В течение семестра
Всего:			60	
ПК-3; ПК-10; ПК-11	экзамен	Вопрос 1	20	В сроки сессии
		Вопрос 2	20	В сроки сессии
Всего:			40	
Итого:			100	
<i>Дополнительный блок</i>				
ПК-3; ПК-10; ПК-11	Подготовка опорного конспекта		5	По согласованию с преподавателем
ПК-3; ПК-10; ПК-11	Подготовка глоссария		5	
Всего баллов по дополнительному блоку:			10	

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.