

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » мая 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Переработка полезных ископаемых  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 21.05.04 Горное дело  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Горные машины и оборудование (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний о технологии обогащения и переработки полезных ископаемых, процессах, аппаратах и технологии переработки полезных ископаемых; технически и экологически безопасных способов ведения работ по переработке полезных ископаемых; формирование умения и навыков разработки технологических схем переработки полезных ископаемых.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- вещественный состав полезных ископаемых;
- методы и процессы переработки полезных ископаемых;
- машины и оборудование для переработки полезных ископаемых.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает физические свойства горных пород, физическую сущность и параметры процессов горного производства при обогащении полезных ископаемых; знает физико-химические основы обогащения твердых полезных ископаемых; знает процессы, аппараты и технологии обогащения и переработки полезных ископаемых.	Знает горно-геологические условия залегания полезных ископаемых, объекты профессиональной деятельности, принципы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, основные принципы строительства и эксплуатации подземных объектов, IT-технологии	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет обосновывать качественные и количественные характеристики используемой техники; умеет составлять планы реализации технологического регламента при переработке полезных ископаемых; умеет выполнять расчеты параметров технологических процессов переработки полезных ископаемых.	Умеет анализировать горно-геологические условия, проводить контроль состояния, обрабатывать и интерпретировать результаты наблюдений при обосновании решений по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе с использованием IT-технологии	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками разработки технологических схем переработки полезных ископаемых; владеет способами и методами реализации технологического регламента при переработке полезных ископаемых.	Владеет навыками проводить контроль состояния объектов профессиональной деятельности, обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает основные направления комплексного использования минерального сырья; знает правила технически и экологически безопасных способов ведения работ по переработке полезных ископаемых.	Знает нормативно правовые акты в области обеспечения безопасности ведения работ при добыче, переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, включая обязательные требования охраны труда и безопасности производства, промышленной и экологической безопасности	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области переработки твердых полезных ископаемых; умеет	Умеет использовать знания нормативно правовых актов в области обеспечения безопасности ведения работ при добыче, переработке полезных ископаемых, строительстве и	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		осуществлять экспертизу проектных решений по переработке полезных ископаемых.	эксплуатации подземных сооружений, включая обязательные требования охраны труда и безопасности производства, промышленной и экологической безопасности	
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками разработки технологических схем переработки полезных ископаемых; владеет способами и методами реализации технологического регламента при переработке полезных ископаемых.	Владеет навыками разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию, регламентирующую порядок, качество и безопасность выполнения работ и охрану труда, занятого на этих работах персонала	Защита лабораторной работы
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знает основные направления комплексного использования минерального сырья; знает правила технички и экологически безопасных способов ведения работ по переработке полезных ископаемых.	Знает содержание основных этапов разработки проектной и технической документации при проектировании горных машин и электромеханического оборудования	Экзамен
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области переработки твердых полезных ископаемых.	Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), разрабатывать и оформлять в соответствии с ней технические проекты и отчеты	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеет навыками разработки технологических схем переработки полезных ископаемых; владеет способами и методами реализации технологического регламента при переработке полезных ископаемых.	Владеет навыками разработки и оформления проектной и технической документации на различных стадиях разработки и модернизации горных машин и электромеханического оборудования	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	60	60	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)	10	10	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	84	84	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
10-й семестр				
Полезные ископаемые как объекты обогащения	1	0	0	7
Тема 1. Физические свойства горных пород, физическая сущность и параметры процессов горного производства при обогащении полезных ископаемых. Технологические свойства минералов и минерального сырья. Технологические процессы переработки и обогащения полезных ископаемых. Влияние технологии добычи полезных ископаемых на процесс их обогащения и переработки. Технологические схемы добычи полезных ископаемых, обеспечивающие повышение эффективности процесса переработки. Технологические требования к качеству полезных ископаемых, поступающих на обогащение. Цели, задачи, способы усреднения сырья Усреднительные бункера и склады. Показатели обогащения полезных ископаемых и их обогатимости.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Подготовительные процессы	4	6	10	17
<p>Тема 2. Дробление. Измельчение.            Сущность процесса дробления. Способы дробления полезных ископаемых (раздавливание, раскалывание, излом, срезывание, истирание, удар). Принцип действия и область применения щековых, конусных, валковых, молотковых и роторных дробилок.            Сущность процесса измельчения. Принцип действия и область применения барабанных, шаровых, стержневых, рудногалечных мельниц, мельниц самоизмельчения, вибрационных мельниц.            Требования нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при дроблении и измельчении перерабатываемого материала.</p> <p>Тема 3. Грохочение. Классификация.            Сущность процесса грохочения.            Гранулометрический состав полезных ископаемых.            Классификация грохотов. Принцип действия колесниковых, криволинейных и плоских грохотов.            Параметры просеивающих поверхностей.            Сущность процесса классификации. Гидравлическая классификация в восходящем потоке воды, в горизонтальном потоке пульпы. Принцип действия и область применения гидравлического камерного и механического спирального классификаторов, гидроциклона.</p> <p>Тема 4. Изменение свойств разделяемых минералов.            Сущность и назначение процессов окислительного, восстановительного, обжига; промывки, обдирки, обработки химическими реагентами, электростатической зарядки поверхности частиц</p>				
Основные обогатительные процессы	6	2	6	35
<p>Тема 5. Гравитационное обогащение.            Классификация процессов гравитационного обогащения. Разделение частиц в вертикальном пульсирующем потоке воды или воздуха, вертикальном потоке жидкости, в потоке воды на наклонной плоскости, в тяжелых средах.            Пневматическое обогащение. Принцип процессов обогащения в отсадочной машине, на концентрационном столе, на шлюзах.</p> <p>Тема 6. Магнитное, электрическое, радиометрическое обогащение            Способы разделения частиц по магнитным свойствам. Принцип действия и область применения магнитных сепараторов со слабым и сильным магнитным полем. Принцип действия электростатического, коронно-электростатического</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>сепараторов. Принцип действия радиометрического сепаратора. Основные технологические параметры радиометрической сепарации. Требования нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при магнитном, электрическом и радиометрическом обогащении.</p> <p>Тема 7. Обогащение по физико-механическим свойствам минералов. Флотационное обогащение. Принцип действия и область применения сепараторов для обогащения по форме, трению, упругости. Обогащение по избирательности разрушения. Классификация процессов флотации. Основные технологические параметры флотации. Принцип действия флотационных машин. Назначение и классификация флотационных реагентов, их действие. Обогащение на жировых поверхностях.</p> <p>Тема 8. Химическое обогащение. Основные процессы химического обогащения. Чанный, автоклавный, кучный способы выщелачивания минералов. Процесс предварительного разложения рудных минералов. Способы выделения минералов из растворов. Требования нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при химическом обогащении.</p>				
Вспомогательные процессы	3	0	0	9
<p>Тема 9. Обезвоживание продуктов обогащения. Общая характеристика процессов ренирования, сгущения, фильтрования, центрифугирования и термической сушки продуктов обогащения. Дренирование в обезвоживающих элеваторах, механических классификаторах, грохотах, бункерах и на дренажных складах. Сгущение в радиальном и пластинчатом сгустителях. Фильтрование в барабанном, ленточном, дисковом вакуум-фильтрах и фильтр-прессах. Общие сведения о процессе центрифугирования. Сушка продуктов обогащения в печи кипящего слоя. Сушка продуктов обогащения в барабанной сушилке. Требования нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при обезвоживании перерабатываемого материала.</p> <p>Тема 10. Окусковывание полезных ископаемых и концентратов. Общая характеристика процессов окусковывания (агломерация, окомковывание, брикетирование). Принцип действия и область применения тарельчатых, барабанных окомковывателей, вальцовых прессов. Технология получения</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
обозженных и безобжиговых окатышей. Требования нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при окусковывании перерабатываемого материала.				
Технологические схемы и режимы обогащения полезных ископаемых	4	2	4	7
Тема 11. Технология переработки и обогащения калийных руд, руд черных и цветных металлов. Переработка сильвинита галургическим и флотационным методами. Переработка карналлита. Переработка железной, марганцевой, хромовой руды. Переработка медных руд, медно-молибденовых руд, медно-цинковых руд, свинецсодержащих руд, алюминийсодержащих руд. Тема 12. Технологические схемы и режимы обогащения неметаллических полезных ископаемых, строительных горных пород. Технология переработки и обогащения углей и сланцев. Характеристики основных типов строительных горных пород и материалов, требования к качеству строительных материалов. Технологические схемы переработки строительных горных пород. Технологические схемы и режимы обогащения гипсосодержащего сырья, каолиносодержащего сырья (глины). Тема 13. Технология переработки нефти и газа. Свойства нефтепродуктов. Первичные процессы. Подготовка нефти. Атмосферная перегонка, вакуумная дистилляция. Атмосферные трубчатые и вакуумные трубчатые установки, ректификационные колонны. Вторичная перегонка бензиновой и дизельной фракции. Риформинг. Гидроочистка керосиновых фракций. Переработка газообразных углеводородов. Абсорбционно-газофракционирующие установки и газифракционирующие установки. Требования нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при обогащении минерального сырья.				
Предприятия по переработке и обогащению полезных ископаемых	6	0	4	9
Тема 14. Обогащительные фабрики. Нормативная документация на проектирование обогащительных фабрик Особенности выбора процесса, оборудования и схем обогащения, а также размещения оборудования, зданий и сооружений для основных видов полезных ископаемых. Выбор расположения предприятий относительно месторождения и потребителей продукции.				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Нормативная документация на проектирование обогатительных фабрик Нефтеперерабатывающие заводы.</p> <p>Тема 15. Опробование, контроль и управление технологическими процессами на обогатительных фабриках. Основные принципы функционирования систем автоматизации технологических процессов обогащения</p> <p>Опробование руд и продуктов обогащения. Основные понятия, минимальная масса пробы. Минимальное число точечных проб. Контроль обогатительных процессов. Основные принципы функционирования систем автоматизации технологических процессов обогащения.</p> <p>Тема 16. Охрана окружающей среды при переработке полезных ископаемых. Основные направления комплексного использования минерального сырья. Создание и внедрение в производство технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование минерального сырья. Обеспыливание, оборотное водоснабжение, хвостохранилища. Создание и внедрение в производство технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование минерального сырья.</p> <p>Тема 17. Перспективы развития техники и технологии переработки и обогащения полезных ископаемых.</p> <p>Направления совершенствования и развития процессов переработки полезных ископаемых. Перспективы развития техники и технологии переработки и обогащения полезных ископаемых. Пути повышения экономических показателей обогащения.</p>				
ИТОГО по 10-му семестру	24	10	24	84
ИТОГО по дисциплине	24	10	24	84

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Выбор грохота для заданных условий грохочения. Определение производительности грохота и эффективности грохочения.
2	Обоснование и расчет параметров дробления заданного материала в открытом цикле с предварительным грохочением
3	Определение условий флотации заданного материала.
4	Составление плана реализации технологического регламента обогащения заданного полезного ископаемого.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Результаты анализа обогатительных процессов на примере конкретных патентных решений.

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Выбор оптимальных параметров измельчительных машин. Изучение процесса измельчения с использованием планетарной шаровой мельницы. Изучение процесса дробления с использованием щековой дробилки. щековой дробилки.
2	Проведение ситового анализа и разделение полезных ископаемых разного состава по размеру частиц с помощью вибропривода.
3	Изменение свойств разделяемых минералов при добавлении реагентов и смешивании смеси в турбулентном смесителе.
4	Выбор технологических параметров флотации. Изучение процесса флотации руд с использованием флотационной машины.
5	Изучение текстуры и структуры углеводородов под микроскопом.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Основы горного дела : учебник для вузов / Егоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е. А. М. : Изд-во МГГУ, 2003. 405 с.	16
2	Основы обогащения полезных ископаемых. Обогащительные процессы. М. : Изд-во МГГУ, 2008. 417 с.	7
3	Основы обогащения полезных ископаемых. Технологии обогащения полезных ископаемых. М. : Изд-во МГГУ, 2008. 310 с.	5
4	Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Обогащительные процессы и аппараты. 3-е изд., стер. М. : Изд-во МГГУ, 2008. 470 с.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа : учебное пособие. Уфа : Гилем, 2002. 671 с., 1 л. портр.	69
2	Курмаев Р. Х. Флотационный способ получения хлорида калия из сильвинита : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 1993. 83 с.	81
3	Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Флотационные методы обогащения : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГГУ, 2008. 707 с.	6
4	Челпанова Е. В., Морозов И. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. 270 с. 17,0 усл. печ. л.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Горный журнал : научно-технический и производственный журнал. Москва : Руда и металлы, 1825 - .	
2	Известия высших учебных заведений. Горный журнал. Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 1958 - .	
3	Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых : научный журнал. Новосибирск : Ин-т горн. дел СО РАН, 1965 - .	

4	Экология и промышленность России : общественный научно-технический журнал. Москва : Калвис, 1996 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Фридман С. Э., Щербаков О. К. Обогащение полезных ископаемых. М. : Недра, 1985. 206 с.	1

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	База знаний горняка	<a href="http://basemine.ru">http://basemine.ru</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Основы горного дела : учебник для вузов / Егоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е. А. М. : Изд-во МГГУ, 2003. 405 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lan3210">https://elib.pstu.ru/Record/lan3210</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Основы обогащения полезных ископаемых. Технологии обогащения полезных ископаемых. М. : Изд-во МГГУ, 2017.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-111337">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-111337</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Челпанова Е. В., Морозов И. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. 270 с. 17,0 усл. печ. л.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6852">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6852</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

#### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Вибрационная конусная мельница-дробилка ВКМД 6	1
Лабораторная работа	Истиратель вибрационный ИВ 1	1
Лабораторная работа	Машина флотационная механическая лабораторная	1
Лабораторная работа	Планетарная шаровая мельница РМ 100 «Retsch»	1
Лабораторная работа	Смеситель турбулентный С 2.0	1
Лабораторная работа	Щековая дробилка ВВ 51 «Retsch»	1
Лабораторная работа	Электронный весы	1
Лекция	Интерактивная доска	1
Лекция	Персональный компьютер (ноутбук)	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Интерактивная доска	1
Практическое занятие	Персональный компьютер (ноутбук)	1
Практическое занятие	Персональный компьютер (ноутбук)	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Переработка полезных ископаемых»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 21.05.04 Горное дело  
**Направленность (специализация) образовательной программы:** Подземная разработка рудных месторождений  
**Квалификация выпускника:** Горный инженер (специалист)  
**Выпускающая кафедра:** «Разработка месторождений полезных ископаемых»  
**Форма обучения:** Очная

**Направление подготовки:** 21.05.04 Горное дело  
**Направленность (специализация) образовательной программы:** Маркшейдерское дело  
**Квалификация выпускника:** Горный инженер (специалист)  
**Выпускающая кафедра:** «Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы»  
**Форма обучения:** Очная

**Направление подготовки:** 21.05.04 Горное дело  
**Направленность (специализация) образовательной программы:** Горные машины и оборудование  
**Квалификация выпускника:** Горный инженер (специалист)  
**Выпускающая кафедра:** «Горная электромеханика»  
**Форма обучения:** Очная/заочная

**Направление подготовки:** 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства  
**Направленность (специализация) образовательной программы:** Физические процессы горного или нефтегазового производства  
**Квалификация выпускника:** Горный инженер (специалист)  
**Выпускающая кафедра:** «Разработка месторождений полезных ископаемых»  
**Форма обучения:** Очная/заочная

**Курс:** 5

**Семестр:** 10

**Трудоёмкость:**

Кредитов по базовому учебному плану: 5 ЗЕ  
Часов по базовому учебному плану: 180 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 10 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (10-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модулей (раздела). В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении заданий практических и лабораторных работ и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный			Итоговый Экзамен
	Л	ПЗ	Л	ЛР	ПЗ	
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 знает физические свойства горных пород, физическую сущность и параметры процессов горного производства при обогащении полезных ископаемых	ТО1		КР1			ТВ
3.2 знает физико-химические основы обогащения твердых полезных ископаемых	ТО1-ТО17		КР 1, КР 2, КР 3			ТВ
3.3 знает процессы, аппараты и технологии обогащения и переработки полезных ископаемых	ТО1-ТО17		КР 1, КР 2, КР 3			ТВ
3.4 знает основные направления комплексного использования минерального сырья	ТО1-ТО17		КР 1, КР 2, КР 3			ТВ
3.5 знает правила техничеcки и экологически безопасных способов ведения работ по переработке полезных ископаемых	ТО1-17		КР 3			ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
у.1 умеет обосновывать качественные и количественные характеристики используемой техники		ПЗ1-ПЗ5		ЛР1-ЛР5	ОПЗ	ПЗД
у.2 умеет составлять планы реализации технологического		ПЗ1-ПЗ5		ЛР1-ЛР5	ОПЗ	ПЗД



регламента при переработке полезных ископаемых						
<b>у.3</b> умеет выполнять расчеты параметров технологических процессов переработки полезных ископаемых		ПЗ1-ПЗ5		ЛР1-ЛР5	ОПЗ	ПЗД
<b>у.4</b> умеет изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области переработки твердых полезных ископаемых		ПЗ1-ПЗ5		ЛР1-ЛР5	ОПЗ	ПЗД
<b>у.5</b> умеет осуществлять экспертизу проектных решений по переработке полезных ископаемых		ПЗ1-ПЗ5		ЛР1-ЛР5	ОПЗ	ПЗД
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>в.1</b> владеет навыками разработки технологических схем переработки полезных ископаемых		ПЗ1-ПЗ5		ЛР1-ЛР5	ОПЗ	ПЗД
<b>в.2</b> владеет способами и методами реализации технологического регламента при переработке полезных ископаемых		ПЗ1-ПЗ5		ЛР1-ЛР5	ОПЗ	ПЗД

*ТО1- ТО17 – теоретический опрос;*

*КР1, КР2, КР3 – рубежная контрольная работа;*

*ПЗ – оценка работы студента на практических занятиях;*

*ЛР – оценка работы студента на лабораторных занятиях;*

*ТВ – теоретический вопрос;*

*ОПЗ – выполнение индивидуального задания в рамках нескольких практических занятий и защита отчетов по работам.*

*ПЗД – практическое задание.*

Итоговой оценкой освоения компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль усвоения материала проводится в процессе работы студентов на практических занятиях и в форме выборочного теоретического опроса студентов по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный (промежуточный) контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, проводится в форме рубежных контрольных работ, освоенных умений и приобретенных владений- в виде защиты практических заданий и отчётов по лабораторным работам, после изучения каждого модуля учебной дисциплины.

#### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Запланировано 3 рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

**Типовые вопросы первой КР** по модулю «Физико-химические основы обогащения полезных ископаемых Процессы, аппараты и технологии подготовки минерального сырья к разделению минералов»:

1. Продукты, получаемые в результате обогащения и технологические показатели
2. Требования к качеству полезных ископаемых, поступающих на обогащение
3. Задачи и способы усреднения руды
4. Принципиальная схема, достоинства и недостатки щековых дробилок
5. Принципиальная схема, достоинства и недостатки конусных дробилок
6. Принципиальная схема, достоинства и недостатки валковых дробилок
7. Принципиальная схема, достоинства и недостатки молотковых дробилок
8. Принципиальная схема, достоинства и недостатки роторных дробилок
9. Принципиальные схемы, достоинства и недостатки неподвижных грохотов
10. Принципиальные схемы, достоинства и недостатки инерционных грохотов
11. Принципиальные схемы, достоинства и недостатки барабанных грохотов
12. Принципиальные схемы, достоинства и недостатки дуговых грохотов
13. Принципиальная схема, достоинства и недостатки барабанной шаровой мельницы
14. Принципиальная схема, достоинства и недостатки барабанной мельницы самоизмельчения
15. Принципиальная схема, достоинства и недостатки дисковой мельницы
16. Принципиальная схема, достоинства и недостатки кольцевой мельницы
17. Принципиальная схема, достоинства и недостатки струйной мельницы
18. Принципиальные схемы, достоинства и недостатки гидравлических классификаторов
19. Принципиальные схемы, достоинства и недостатки пневматических классификаторов
20. Термохимические процессы, позволяющих изменить свойства разделяемых материалов
21. Процессы промывки и оттирки, принципиальные схемы аппаратов

**Типовые вопросы второй КР** по модулю «Процессы, аппараты и технологии обогащения и переработки полезных ископаемых»:

1. Отсадка, сущность процесса; принципиальная схема отсадочной машины
2. Обогащение в тяжелых средах, сущность процесса; принципиальная схема сепаратора
3. Обогащение по трению и форме, сущность процессов; принципиальные схемы сепараторов
4. Концентрация на столе, сущность процесса; принципиальная схема концентрационного стола

5. Флотация, сущность процесса; принципиальная схема флотационной машины
6. Магнитная сепарация, сущность процесса; принципиальная схема сепаратора
7. Радиометрическое обогащение, сущность процесса; принципиальная схема сепаратора
8. Выщелачивание, сущность процесса, виды выщелачивания
9. Процессы выделения металлов из растворов
10. Принципиальная схема работы одноярусного радиального сгустителя
11. Принципиальная схема работы вакуумных фильтров
12. Принципиальная схема работы аппаратов для термической сушки продуктов
13. Процессы окисловывания полезных ископаемых
14. Технологическая схема переработки железной руды, с описанием процессов и применяемых аппаратов
15. Технологическая схема переработки медных руд, с описанием процессов и применяемых аппаратов
16. Технологическая схема переработки золотосодержащих руд, с описанием процессов и применяемых аппаратов
17. Технологическая схема переработки свинец содержащих руд, с описанием процессов и применяемых аппаратов
18. Технологическая схема переработки алюминий содержащих руд, с описанием процессов и применяемых аппаратов
19. Технологическая схема переработки углей, с описанием процессов и применяемых аппаратов

**Типовые задания третьей КР** по модулю «Технически и экологически безопасные способы ведения работ по переработке полезных ископаемых»:

1. Технологическая схема переработки сильвинита и карналлита галургическим методом, с описанием процессов и применяемых аппаратов
2. Технологическая схема переработки сильвинита флотационным методом, с описанием процессов и применяемых аппаратов
3. Технологическая схема подготовки нефти, с описанием процессов и применяемых аппаратов
4. Технологическая схема первичной переработки нефти, с описанием процессов и применяемых аппаратов
5. Технологическая схема каталитического крекинга нефти, с описанием процессов и применяемых аппаратов
6. Технологическая схема переработки газа, с описанием процессов и применяемых аппаратов
7. Опробование руд и продуктов обогащения на обогатительных фабриках

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Защита отчетов по работам практических занятий**

Всего запланировано 5 практических. Типовые темы работ приведены в РПД.

Каждый студент получает индивидуальное задание, включающее набор геологических условий. В результате выполнения типовых работ практических занятий, самостоятельного анализа и обобщения полученных результатов для своих условий студент выбирает оборудование и технологическую схему, необходимые для процесса обогащения.

Защита отчетов по работам практических занятий проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС

образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех заданий практических и лабораторных занятий, а также положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗД) для проверки усвоенных умений и владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Цели и задачи обогащения полезных ископаемых.
2. Основные характеристики вещественного состава полезных ископаемых.
3. Классификация методов и процессов обогащения.
4. Технологические показатели обогащения.
5. Характеристика подготовительных процессов обогащения.
6. Характеристика основных обогатительных процессов.
7. Характеристика вспомогательных процессов обогащения.
8. Принципиальная схема, достоинства и недостатки заданного вида дробилок.
9. Принципиальная схема, достоинства и недостатки заданного вида грохотов.
10. Принципиальная схема, достоинства и недостатки аппаратов для измельчения и классификации материалов.
11. Характеристика термохимических процессов, позволяющих изменить свойства разделяемых материалов.
12. Гравитационные методы обогащения, принципиальные схемы аппаратов.
13. Обогащение по трению и форме – это, принципиальная схема сепараторов.
14. Флотационные методы обогащения, принципиальная схема флотационной машины.
15. Магнитная сепарация, принципиальная схема сепаратора.
16. Радиометрическое обогащение, принципиальная схема сепаратора.
17. Процессы и аппараты выщелачивания рудных минералов.
18. Процессы выделения металлов из растворов.
19. Методы обезвоживания, достоинства и недостатки.
20. Процессы окусковывания полезных ископаемых.
21. Технологические схемы переработки заданных твердых полезных ископаемых.
22. Технологические схемы подготовки и первичной переработки нефти.
23. Технологические схемы крекинга нефти.
24. Технологические схемы переработки газа.
25. Особенности размещения зданий и сооружений при проектировании обогатительных фабрик.
26. Опробование руд и продуктов обогащения на обогатительных фабриках.
27. Контроль и управление технологическими процессами на обогатительных фабриках.
28. Основные направления комплексного использования минерального сырья.
29. Мероприятия, обеспечивающие охрану окружающей среды при переработке полезных ископаемых.
30. Пути повышения экономических показателей обогащения.
31. Направления совершенствования и развития процессов переработки полезных

ископаемых.

#### **Типовые практические задания для контроля приобретенных умений и владений:**

1. Описать технологическую схему подготовки исходного продукта с заданными свойствами и параметрами к переработке. Для обеспечения оптимального выбора дробилки крупной стадии дробления в открытом цикле определить выход надрешётного продукта предварительного грохочения.

2. Описать технологическую схему подготовки исходного продукта с заданными свойствами и параметрами к переработке. Для последующего фракционного анализа продукта дробления определить крупность частиц, при которой суммарный выход по «плюсу» совпадает с суммарным выходом по «минусу».

3. Описать технологическую схему переработки исходного продукта с заданными свойствами и параметрами. Определить параметры, при которых процесс флотации в заданных условиях возможен.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

#### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.