

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

Специальность  
21.05.04. Горное дело

Направленность (специализация) программы

Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
Очная

Институт	Горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	III, IV, V
Семестр	5, 6, 7, 8, 9

Магнитогорск  
2017 г.

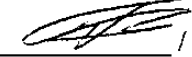
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 7.

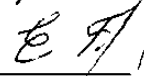
Зав. кафедрой  / И.А. Гришин/


Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «31» января 2017 г., протокол № 7.


Председатель  /С.Е. Гавришев/

Рабочая программа составлена: заведующим кафедрой ГМДиОПИ, к.т.н.,  
доцент  / И.А. Гришин /




доцентом кафедры ГМДиОПИ, к.т.н., доцент  / О.Е. Горлова /

доцентом кафедры ГМДиОПИ, к.т.н., доцент  /Е.Ю. Дегодя /

доцентом кафедры ГМДиОПИ, к.т.н.  /Н.В. Гмызина /

Рецензент: зам. начальника цеха РОФ ГОП ОАО «ММК»  
 / А.Г. Лихачев/

**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	№ 8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	№ 2 от 10.10.2017	
2	№ 8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	№ 2 от 04.10.2018	
3	№ 8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	№ 2 от 24.09.2019	

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Обогащительные процессы» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Обогащительные процессы» входит в базовую часть образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения - физика (физические основы механики, колебания и волны, электричество и магнетизм, статистическая физика и термодинамика); математика (аналитическая геометрия и линейная алгебра, основы вычислительного эксперимента, вероятность и статистика), химия (химические системы, химическая термодинамика и кинетика, реакционная способность веществ), геология (химический и минералогический состав земной коры, петрографический состав. Полезные ископаемые и их месторождения, вещественный состав полезных ископаемых), «Физика горных пород».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы для изучения дисциплин «Технология обогащения полезных ископаемых», «Проектирование обогатительных фабрик», «Исследование руд на обогатимость», при прохождении производственных, производственно-преддипломной практики, при сдаче государственного экзамена, при выполнении и защите выпускной квалификационной работы.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Обогащительные процессы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-4 готовностью с естественнонаучных позиций оценивать 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</b>	
Знать	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
Уметь	применять научные методы и мероприятия для решения задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр
Владеть	навыками применения научных методов и мероприятий для решения задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр
<b>ПК-3 владением основными принципами технологий эксплуатационной</b>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов</b>	
Знать	основные методы изучения состава руды, текстурно-структурных характеристик, свойств минеральных частиц
Уметь	выбирать технологические процессы в зависимости от вещественного состава и гранулометрической характеристики полезного ископаемого, физические свойства минералов
Владеть	навыками выбора оптимальных режимов ведения технологического процесса в зависимости от вещественного состава и гранулометрической характеристики полезного ископаемого
<b>ПК-4 готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах</b>	
Знать	основные понятия методов, способов и средств получения сырья и концентратов при переработки полезных ископаемых
Уметь	выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, применять способы и средства для получения кондиционных концентратов
Владеть	способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов флотационного проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования
<b>ПК-5 готовностью демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации</b>	
Знать	научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
Уметь	применять научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
Владеть	навыками применения научных методов и мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
<b>ПК-12 готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- возможные нарушения производственных процессов;</li> <li>- оперативные и текущие показатели производства;</li> <li>- направления совершенствования организации производства</li> </ul>
Уметь	- вести первичный учет выполняемых работ;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать оперативные и текущие показатели производства,</li> <li>- обосновывать предложения по совершенствованию организации производства</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками принятия решений по устранению возможных нарушений производственных процессов;</li> <li>- навыками ведения первичного учета выполняемых работ;</li> <li>- методиками определения оперативных и текущих показателей производства;</li> <li>- навыками обоснования предложений по совершенствованию организации</li> </ul>
<b>ПК-18 владением навыками организации научно-исследовательских работ</b>	
Знать	основные принципы проведения научно-исследовательских работ
Уметь	Выбирать необходимые методики исследования и выполнять их практически
Владеть	навыками сбора, обработки, анализ и систематизации научно-технической информации по заданной теме
<b>ПК-19 готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы гравитационного, флотационного, магнитного, электрического и специальных методов обогащения;</li> <li>- современные процессы обогащения твердых полезных ископаемых в различных средах;</li> <li>- области применения каждого из обогатительных процессов и практику обогащения различных видов минерального сырья;</li> <li>- основное оборудование для каждого процесса, его устройство, регулировку, достоинства и недостатки, производителей оборудования</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать проектные инновационные решения по переработке твердых полезных ископаемых;</li> <li>- выбирать и рассчитывать технологические схемы обогащения</li> <li>- рассчитывать скорости движения тел в средах;</li> <li>- оценивать эффективность переработки с использованием магнитного и электрического метода;</li> <li>- компоновать основное и вспомогательное оборудование для магнитного и электрического обогащения;</li> <li>- определять целесообразность использования различных обогатительных процессов для конкретных условий;</li> <li>- анализировать эффективность работы аппаратов и процессов.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки проектных инновационных решений по переработке твердых полезных ископаемых;</li> <li>- основными методиками экспериментального определения параметров различных обогатительных процессов и параметров оборудования для обогатительных процессов, навыками обработки полученных экспериментальных данных</li> <li>- основными методиками разработки проектных решений отделений обогащения на обогатительных фабриках.</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-20 умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ</b>	
Знать	требования охраны труда и правила безопасности при ведении технологических процессов, технические характеристики оборудования (основного и вспомогательного); организацию обеспечения безопасного технологического процесса обогащения
Уметь	пользоваться безопасными приемами производства работ; обеспечивать условия труда, предотвращающие травматизм, профессиональные заболевания
Владеть	навыками разработки мероприятий для улучшения условий труда
<b>ПК-22 готовностью работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования месторождений твердых полезных ископаемых, технологий эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации</b>	
Знать	основы моделирования процессов и аппаратов для разработки технологий при переработке твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации сооружений для переработки полезных ископаемых
Уметь	применять программные продукты общего и специального назначения для моделирования технологий переработки твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации
Владеть	навыками применения программных продуктов общего и специального назначения для моделирования технологий переработки твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации
<b>ПСК-6-1 способностью анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород</b>	
Знать	основные научно-технические проблемы обогащения и комплексного использования полезных ископаемых
Уметь	анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород
Владеть	основными методиками, позволяющими получать сведения о свойствах и характеристиках минерального сырья
<b>ПСК-6-4 способностью разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик</b>	
Знать	- методы измерения физических характеристик: крепости и абразивности, сыпучести и насыпной плотности и т.д., взаимосвязь между физико-механическими, технологическими свойствами полезных ископаемых, их структурно-механическими особенностями

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	и применяемыми методами их обогащения; - современные проекты по переработке минерального и техногенного сырья и методологию их проектирования; - технологические схемы и организацию производства на обогатительных фабриках;
Уметь	- выбирать метод обогащения в зависимости от физических и физико-химических свойств полезных ископаемых; - разрабатывать и реализовывать проекты производства по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования; - рассчитывать производительность и определять параметры оборудования для всех процессов обогащения
Владеть	- основными методиками определения свойств горных пород, строительных материалов и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях и навыками обработки полученных экспериментальных данных; - принципами формирования генерального плана обогатительных фабрик; - компоновочными решениями отделений обогатительных фабрик; - методиками расчета производительности обогатительных отделений; - методики определения параметров оборудования для обогащения на обогатительных фабриках; - основами современных методов проектирования отделений обогащения обогатительных фабрик.
<b>ПСК-6-5 готовностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств</b>	
Знать	- современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств
Уметь	- применять информационные технологии и автоматизированные системы при проектировании обогатительных производств и, в частности, при расчете качественно-количественных показателей гравитационного обогащения и при проектировании отделений гравитации на обогатительных фабриках
Владеть	- методами и методиками современных информационных технологий и автоматизированных систем проектирования обогатительных производств
<b>ПСК-6-6 способностью анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции</b>	
Знать	технологии обогащения полезных ископаемых; направления создания малоотходных и безотходных технологий; комплексное использование минерального сырья
Уметь	анализировать и разрабатывать схемы обогащения полезных ископаемых, устойчивость технологического процесса и качество выпускаемой продукции.



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Владеть	способностью анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции для создания малоотходных и безотходных технологий.

#### 4 Структура и содержание дисциплины (для очной формы обучения)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 28 зачетных единиц 1008 акад. часов:

- контактная работа – 564,6 акад. часов;
  - аудиторная работа – 544 акад. часов;
  - внеаудиторная работа – 20,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 336,3 акад. часов;
- подготовка к промежуточным аттестациям – 107,1 акад. часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа(в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
<b>Раздел 1.</b> Минералы промышленных месторождений и изучение их физических свойств	5							ОПК-4, ПК-3, ПК
1.1. Общие сведения о минералах. Классификация полезных ископаемых	5	1			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	- 18, ПК
1.2. Физические свойства минералов, определяющие обогатимость	5	1	4		1			- 20, ПК
1.3. Шкалы обогатимости по плотности, электрическим и магнитным свойствам		1			1			- 22, ПС К- 6.1 ,

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								ПС К- 6.4
<b>Итого по разделу</b>		<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>			
<b>Раздел 2. Изучение вещественного состава полезных ископаемых</b>								
2.1. Химический состав полезных ископаемых и методы его определения		5	1		1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ОПК-4, ПК-3, ПК - 18, ПК - 20, ПК - 22, ПС К- 6.1 , ПС
2.2. Минералогический состав полезного ископаемого и методы его определения		5	1	4	1			
2.3. Текстурно-структурные характеристики полезных ископаемых и методы их изучения		5	1	4	1			

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								К-6.4
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>3</b>				
<b>Раздел 3. Физические свойства полезных ископаемых</b>	5							
3.1. Технологические свойства минералов	5	1			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ОПК-4, ПК-3, ПК - 18, ПК - 20, ПК - 22, ПС К-6.1, ПС К-
3.2. Механические свойства полезных ископаемых	5	1	4	1				
3.3. Магнитные свойства минералов	5	1		1				
3.4. Электрические свойства минералов	5	1	4	1				
3.5. Физико-химические и химические свойства минералов	5	1		1				
3.6. Спектроскопические и радиоспектроскопические, термохимические свойства минералов	5	1	4	1				

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								6.4
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b> <b>2</b>	<b>6</b>				
<b>Раздел 4</b> Методы исследования физических свойств минералов, пород и руд	5							
4.1. Методы определения плотностных характеристик минералов	5	1	4	1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ОПК-4, ПК-3, ПК - 18, ПК - 20, ПК - 22, ПС К-6.1, ПС К-	
4.2. Методы определения дробимости руд и горных пород	5	1	4	1				
4.3. Методы определения крепости и абразивности руд и горных пород	5	1		1				
4.4. Методы определения твердости минералов	5	1		1				
4.5. Методы определения магнитных и электрических свойств минералов	5	1	4	1				
4.6. Методы определения физико-химических свойств поверхности минералов	5	1		1				

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								6.4
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>			
<b>Итого за семестр</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>17</b>		<b>Зачет</b>	
<b>Раздел 5. Магнитные методы обогащения</b>	<b>6</b>							
5.1. Физические основы магнитных методов обогащения, магнитные поля и свойства минералов.	6	4	5	3	5, 2	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ПК -5; ПК - 12; ПК - 19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа(в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
5.2. Магнитные сепараторы и их применение, вспомогательное оборудование.	6	1	1	3	6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	зуб ПК -5; ПК - 12; ПК - 19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5 зуб
5.3. Практика магнитного обогащения.	6	6	1	3	6	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и	Текущий контроль успеваемости	ПК -5; ПК - 12; ПК

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
						научной литературы		- 19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5 зуб
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>9</b>			
<b>Раздел 6. Электрические методы обогащения</b>	6						Текущий контроль успеваемости	
6.1. Физические основы электрических методов обогащения	6	4	5	3	5	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ПК -5; ПК - 12; ПК - 19;



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								ПС К-6.4 ; ПС К-6.5 зув
6.2. Сепараторы для электрического обогащения минералов	6	6	10	3	5	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ПК -5; ПК -12; ПК -19; ПС К-6.4 ; ПС К-6.5

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)				Самостоятельная работа(в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич	занятия				
6.3 Практика электрического обогащения	6	6	1	3	5	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	зуб ПК -5; ПК - 12; ПК - 19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5 зуб	
<b>Итого по разделу</b>		<b>1 6</b>	<b>2 5</b>	<b>9</b>	<b>1 5</b>				
<b>Итого за семестр</b>	<b>6</b>	<b>3 6</b>	<b>5 4</b>	<b>1 8</b>	<b>3 2, 2</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>		

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)				Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич	занятия				
<b>Раздел 7. Физико-химические основы флотации</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>				
7.1 Теоретические основы процесса флотации, элементарный акт флотации		4	9			Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций.	Защита лабораторных работ Написание курсового проекта Выполнение и решение практических заданий	ПК-4	
7.2 Взаимодействие фаз		4	9					ПК-5 ПК-12 ПК-19 ПС-6-4 ПС-6-5	
<b>Итого по разделу</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>				
<b>Раздел 8. Минерализация пузырьков воздуха при флотации</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций	Защита лабораторных работ Написание курсового проекта Выполнение и	ПК-4	
8.1 Элементарный акт процесса флотации		4	4					ПК-5	
8.2 Кинетические закономерности			1					ПК	

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
процесса флотации								
<b>Итого по разделу</b>		<b>7</b>	<b>1 4</b>	<b>1 4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	-12 ПК -19 ПС К- 6-4 ПС К- 6-5
<b>Раздел 9. Флотационные реагенты</b>		<b>7</b>	<b>1 4</b>	<b>1 4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	ПК -4
Назначение, классификация и основные формы закрепления флотационных реагентов			1 4					ПК -5
<b>Итого по разделу</b>		<b>7</b>	<b>1 4</b>	<b>1 4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	ПК -12 ПК -19 ПС К- 6-4 ПС К- 6-5
						Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций	Защита лабораторных работ Написание курсового проекта Выполнение и решение практических заданий	

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)				Самостоятельная работа(в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич	занятия				
<b>Раздел 10. Флотационные машины и вспомогательное оборудование</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций	Защита лабораторных работ Написание курсового проекта Выполнение и решение практических заданий	ПК -4 ПК -5 ПК -12 ПК -19 ПС К-6-4 ПК К-6-5	
Классификация флотомашин и требования, предъявляемые к ним		1	7						
Вспомогательное флотационное оборудование		4	7						
<b>Итого по разделу</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>2</b>				
<b>Раздел 11. Практика флотации</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине, конспекта лекций	Защита лабораторных работ Написание курсового проекта Выполнение и решение практических заданий	ПК -4 ПК -5 ПК -12 ПК -19 ПС	
11.1 Технология флотационного процесса		7	2		5,				
11.2 Организация работы флотационного отделения		2			5				
		5							
<b>Итого по разделу</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>				
		7	2		5,				

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)				Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич	занятия				
						5			К-6-4 ПС К-6-5
<b>Итого за семестр</b>		<b>7</b>	<b>7 2</b>	<b>7 2</b>	<b>3 6</b>	<b>1 0 2, 4</b>	<b>Экзамен Курсовой проект</b>		
<b>Раздел 12. Теоретические основы гравитационных процессов</b>	8								
1.1. Общие сведения о гравитационном методе обогащения, его роли в ОПИ. Классификация гравитационных процессов			2		1	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию. Решение домашних задач.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	ПК – 5, ПК – 12, ПК – 19, ПС К– 6.4
1.2. Свойства минералов и свойства сред, используемых в гравитационном методе			2		1	5, 1			
1.3. Общие закономерности движения зерен в средах			4	2	2	5			
1.4. Равнопадающие зерна, коэффициент равнопадаемости			2	2	2	5			

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа(в acad. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
1.5. Стесненное падение тел		2	2	4	5			ПК – 6.5
<b>Итого по разделу</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>25,1</b>			
<b>Раздел 13. Гидравлическая классификация</b>								
13.1. Тема «Назначение и область применения гидравлической классификации»		2		2	2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию. Решение домашних задач.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	ПК – 5,
13.2. Тема «Гидравлическая классификация под действием силы тяжести. Гидравлические классификаторы»		2	3		2			ПК – 12,
13.3. Тема «Классификация в поле действия центробежной силы»		2	3	1	2			ПК – 19, ПК – 6.4, ПК

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)				Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич	занятия				
								К – 6.5	
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>			
<b>Раздел 14. Обогащение в тяжелых средах</b>	8								
14.1. Тема «Общие сведения об обогащении в тяжелых средах. Виды тяжелых сред и их свойства»			2		2	2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию. Решение домашних задач.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	ПК – 5, ПК – 12, ПК – 19, ПС К – 6.4, ПС К – 6.5
14.2. Тема «Конструкции и область применения аппаратов для обогащения в суспензиях»			3			2			
14.3. Тема «Приготовление и регенерация суспензий. Практика обогащения в суспензиях»			2	2	4	4			
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>			



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
<b>Раздел 15. «Гидравлическая отсадка»</b>								
15.1. Тема «Общие понятия и терминология, гипотезы отсадки. Циклы отсадки»		2		2	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК – 5,
15.2. Тема «Отсадочные машины»		2	3		4	Подготовка лабораторному занятию.	Проверка решения домашних задач	ПК – 12,
15.3. Тема «Практика применения отсадки»		1		2	3	Решение домашних задач.		ПК – 19, ПК – 6.4, ПК – 6.5
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>			
<b>Раздел 16. «Обогащение в потоке воды, текущем по наклонной поверхности»</b>								
16.1. Тема «Теоретические основы		2		2	3	Самостоятельное	Устный опрос.	ПК

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
обогащения в потоке воды, текущем по наклонной поверхности»						изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию. Решение домашних задач.	Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	– 5, ПК – 12, ПК – 19, ПС К – 6.4 , ПС К – 6.5
16.2. Тема «Обогащение на шлюзах»		2	2	2	3			
16.3. Тема «Обогащение на концентрационных столах»		2	4		3			
16.4. Тема «Обогащение на винтовых аппаратах»		2	4		3			
16.5. Тема «Обогащение на струйных аппаратах»		1			3			
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>		
				<b>0</b>		<b>5</b>		
<b>Раздел 17. «Обогащение в центробежных аппаратах»</b>								
17.1. Тема «Обогащение в циклонах»		2	2		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения	ПК – 5, ПК
17.2. Тема «Обогащение в центробежных концентраторах»		2		2	4			

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа(в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
						лабораторному занятию. Решение домашних задач.	домашних задач	– 12, ПК – 19, ПС К– 6.4 , ПС К– 6.5
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>		
<b>Раздел 18. «Промывка»</b>								
18.1. Тема «Общие сведения о промывке. Природа связности глин»			1	1	1	5	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК – 5,
18.2. Тема «Аппараты для промывки руд»			1			5	Подготовка лабораторному занятию. Решение домашних задач. Проверка решения домашних задач	ПК – 12, ПК –

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								19, ПС К – 6.4 , ПС К – 6.5
<b>Итого по разделу</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>10</b>			
<b>Раздел 19. «Пневматическое обогащение»</b>				2				
19.1. Тема «Общие сведения о пневматическом обогащении»		1	2		5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка лабораторному занятию. Решение домашних задач.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Проверка решения домашних задач	ПК – 5, ПК – 12, ПК – 19, ПС К –
19.2. Тема «Пневматическая сепарация»		1		2	5			
19.3. Тема «Обогащение в аэросуспензиях»		1			5			

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								6.4 , ПС К – 6.5
<b>Итого по разделу</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b> <b>5</b>			
<b>Итого за семестр</b>	<b>8</b>	<b>4</b> <b>8</b>	<b>3</b> <b>2</b>	<b>3</b> <b>2</b>	<b>9</b> <b>8,</b> <b>1</b>	Подготовка к экзамену: изучение учебной литературы, конспектов лекций.	<b>Экзамен, курсовой проект</b>	
<b>Раздел 20.</b> Специальные методы обогащения	9							
20.1. Обогащение по трению и форме.	9	4	6	-	9	<i>Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы</i>	Текущий контроль успеваемости	ПК -4; ПК -5; ПК - 12; ПК -

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
20.2. Обогащение по упругости.	9	4	-	3	9	<i>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</i>	Текущий контроль успеваемости	19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5 зуб ПК -4; ПК -5; ПК - 12; ПК - 19; ПС К- 6.4 ;

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								ПС К-6.5 зув
20.3. Обогащение на жировых поверхностях.	9	4	-	3	9	<i>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы</i>	Текущий контроль успеваемости	ПК -4; ПК -5; ПК - 12; ПК - 19; ПС К-6.4 ; ПС К-6.5 зув
20.4 Избирательное дробление,	9	4	6	-	9	<i>Подготовка к</i>	Текущий контроль	ПК

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
измельчение и декрипитация						<i>лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы</i>	успеваемости	-4; ПК -5; ПК - 12; ПК - 19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5 зуб
20.5 Радиометрические методы обогащения		9	4	6	3	1 0, 6	Текущий контроль успеваемости	ПК -4; ПК -5; ПК -



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
						<i>научной литературы</i>		12; ПК - 19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5 зуб
<b>Итого по разделу</b>		9	20	18	9	4		
Раздел 21. Гидрометаллургические процессы		9						
21.1. Подготовка руды, обжиг		9	5	6	3	1 2	Текущий контроль успеваемости	ПК -4; ПК -5; ПК -

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
						<i>научной литературы</i>		12; ПК - 19; ПС К- 6.4 ; ПС К- 6.5 зуб
21.2. Перевод компонентов в раствор		9	5	6	3	1 2	Текущий контроль успеваемости	ПК -4; ПК -5; ПК - 12; ПК - 19; ПС

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								К-6.4 ; ПС К-6.5 зув
21.3 Извлечение компонентов, очистка растворов.		9	6	6	3	1 6	Текущий контроль успеваемости	ПК -4; ПК -5; ПК -12; ПК -19; ПС К-6.4 ; ПС К-

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		Лекции	Лаборат	Практич занятия				
								6.5 зуб
<b>Итого по разделу</b>		9	16	18	9	40		
<b>Итого за семестр</b>		9	36	36	18	86,6	<b>Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)</b>	

## **5 Образовательные и информационные технологии**

В процессе преподавания дисциплины применяются различные виды образовательных технологий.

Лекционный материал закрепляется в процессе выполнения лабораторных работ. Освоение теоретического материала и выполнение лабораторных работ позволяют студентам осознать комплексный характер курса, его органическую связь с другими дисциплинами; сформировать знания о процессах окисления и металлургических процессах, а также в дальнейшем применить полученные знания в практической деятельности.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования.

**1. Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

### **Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

**2. Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

**Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:**

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух преподавателей (например, реконструкция диалога представителей различных научных школ, «ученого» и «практика» и т.п.).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

**3. Игровые технологии** – организация образовательного процесса, основанная на реконструкции моделей поведения в рамках предложенных сценарных условий.

### **Формы учебных занятий с использованием игровых технологий:**

Учебная игра – форма воссоздания предметного и социального содержания

будущей профессиональной деятельности специалиста, моделирования таких систем отношений, которые характерны для этой деятельности как целого.

Деловая игра – моделирование различных ситуаций, связанных с выработкой и принятием совместных решений, обсуждением вопросов в режиме «мозгового штурма», реконструкцией функционального взаимодействия в коллективе и т.п.

Ролевая игра – имитация или реконструкция моделей ролевого поведения в предложенных сценарных условиях.

**4. Технологии проектного обучения** – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексии.

#### **Основные типы проектов:**

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Творческий проект, как правило, не имеет детально проработанной структуры; учебно-познавательная деятельность студентов осуществляется в рамках рамочного задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного результата (газета, фильм, праздник, издание, экскурсия и т.п.).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

**5. Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

#### **Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:**

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция–беседа, лекция–дискуссия, лекция–прессконференция.

Семинар–дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор–диалог).

**6. Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция–визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль за результатами освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершенного содержания учебного материала, осуществляется в форме защиты лабораторных, практических, контрольных работ.

По дисциплине «Обогащительные процессы» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

### **5 семестр**

#### **Примерный перечень задач для подготовки к контрольной работе**

Задача 1 Изучение вещественного состава минерального сырья

Целью работы является ознакомление студентов с химическим составом природных минералов и методикой пересчета химического и фазового состава на минеральный.

Задача 2 Обработка результатов гранулометрического анализа

Рассчитать гранулометрический состав руды и распределение ценного компонента по классам крупности.

Задача 3 Обработка результатов гравитационного анализа

Рассчитать результаты гравитационного анализа минерального сырья с распределением ценного компонента по классам крупности

Задача 4 Обработка результатов магнитного анализа

Рассчитать результаты магнитного анализа минерального сырья с распределением ценного компонента по классам крупности.

#### **Примерный перечень вопросов для самостоятельного изучения и подготовки к зачету**

1. Методы определения элементарного состава пробы. Методы, разрушающие пробу (химический, спектральный). Неразрушающие методы элементного анализа (рентгенофлуоресцентный, активационный).
2. Принципиальная схема исследования вещественного состава руды.
3. Чувствительность, погрешность, экспрессность анализа.
4. Классификация химических методов анализа руд в зависимости от методов исследования (гравиметрический анализ, титриметрический анализ, фотометрический метод, атомно-абсорбционный метод).
5. Методы определения минералогического состава (макроскопическое изучение, микроскопическое исследование, рентгенографический количественный фазовый анализ, инфракрасная спектроскопия, термический анализ).

6. Текстурно-структурная характеристика минерального сырья.
7. Классификация минеральных выделений по размеру и способы извлечения из руд.
8. Методы определения структуры (шлиф, аншлиф).

### **6 семестр**

#### **Перечень лабораторных работ:**

1. Определение магнитных свойств образца;
2. Влияние технологических параметров на работу сепаратора СЭМ 173;
3. Изучение влияния различных параметров на показатели работы мокрого магнитного сепаратора;
4. Магнитный анализ пробы на трубчатом анализаторе;
5. Определение величины удельного трибозаряда;
6. Изучение влияния различных параметров на показатели работы электрического сепаратора ПС 1;
7. Изучение работы магнитогидростатического сепаратора;
8. Регенерация тяжелосредней суспензии на магнитном сепараторе.

#### **Вопросы для проведения текущего контроля.**

*Тема Физические основы магнитных методов обогащения, магнитные поля и свойства минералов*

1. Магнитное поле и его свойства. Напряженность магнитного поля. Магнитная индукция.
2. Классификация минералов по магнитным свойствам.
3. Магнитная восприимчивость, интенсивность намагничивания минералов.
4. Магнитные свойства сильномагнитных минералов.
5. Магнитные свойства слабомагнитных минералов.

*Тема Магнитные сепараторы и их применение, вспомогательное оборудование*

1. Классификация магнитных систем. Характеристика магнитных систем.
2. Магнитные поля сепараторов для обогащения сильно и слабомагнитных руд.
3. Динамика движения руды в сепараторах с верхней подачей материала.
4. Динамика движения руды в сепараторах с нижней подачей материала.
5. Классификация магнитных сепараторов, их маркировка.
6. Сепараторы для сухого обогащения сильномагнитных руд. Железоотделители. Устройство, регулировка.
7. Сепараторы для мокрого обогащения сильномагнитных руд. Устройство, регулировка.
8. Сепараторы для сухого и мокрого обогащения слабомагнитных руд.
9. Высокорадиентные сепараторы и сепараторы с магнитными системами из редкоземельных сплавов.
10. Вспомогательное оборудование для магнитного обогащения.
11. Производительность магнитных сепараторов, факторы, влияющие на эту величину.

*Тема Практика магнитного обогащения*

1. Подготовка руды к магнитной сепарации.
2. Технология обогащения сильномагнитных руд.
3. Технология обогащения слабомагнитных руд.
4. Технология обезжелезнения нерудного сырья и обогащение вторичного сырья.
5. Эксплуатация магнитных сепараторов, компоновка оборудования в цехах магнитного обогащения.

*Тема Физические основы электрических методов обогащения*

1. Электрическое поле и его свойства. Напряженность поля.
2. Способы зарядки частиц.



3. Классификация минералов по электрическим свойствам.
4. Электрическая проводимость и диэлектрическая проницаемость минералов.
5. Методы определения электрических свойств минералов.

*Тема Сепараторы для электрического обогащения минералов*

1. Классификация способов электросепарации.
2. Сепараторы для электростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка.
3. Сепараторы для трибоэлектростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка.
4. Сепараторы для коронной сепарации.
5. Сепараторы для трибоадгезионной сепарации.
6. Диэлектрическая сепарация.

*Тема Практика электрического обогащения*

1. Подготовка руды к электрической сепарации.
2. Производительность электрических сепараторов, факторы, влияющие на эту величину.
3. Технология обогащения руд электрической сепарацией.
4. Технология обогащения вторичного сырья.
5. Эксплуатация электрических сепараторов, компоновка оборудования в цехах электрического обогащения.

**7 семестр**

**Перечень лабораторных работ:**

- Изучение влияния различных реагентов на смачиваемость поверхности минералов.
- Изучение свойств флотационного действия основных реагентов–собираателей.
- Изучение свойств реагентов - пенообразователей.
- Изучение собирательной способности реагентов – собираателей методом вакуумной флотации.
- Изучение кинетики флотации.
- Обогащение медно-цинковой руды по схеме прямой селективной флотации.
- Флотация угля.
- Изучение работы непрерывной флотационной установки.
- Флотация на машине для пенной сепарации.
- Флотация на колонной машине.

**Примерный перечень контрольных вопросов для самопроверки**

**Физико-химические основы флотации.**

1. Классификация флотационных процессов.
  2. История возникновения и развития метода.
  3. Характеристика твердой фазы.
  4. Характеристика жидкой фазы.
- Минерализация пузырьков воздуха при флотации.
1. Смачивание минеральных поверхностей.
  2. Двойной электрический слой.
  3. Термодинамический анализ процессов минерализации.
  4. Кинетический анализ процессов минерализации.

5. Основные факторы, влияющие на процесс минерализации.
6. Кинетика флотации, скорость и селективность флотации.
7. Крупность флотируемых частиц.
8. Анализ сил, действующих между сближающимися пузырьком и частицей.

#### Флотационные реагенты.

1. Назначение и классификация флотационных реагентов.
2. Реагенты собиратели, состав, свойства и механизм действия.
3. Реагенты активаторы и их действие при флотации.
4. Реагенты депрессоры, состав и действие при флотации.
5. Реагенты регуляторы среды и их действие при флотации.
6. Реагенты пенообразователи, состав и действие.

#### Флотационные машины и вспомогательное оборудование.

1. Механические флотомашины.
2. Пневмомеханические флотомашины.
3. Пневматические флотомашины.
4. Вспомогательное флотационное оборудование.

#### Практика флотации.

1. Практика флотации аполярных несulfидных минералов.
2. Практика флотации медных и медно-цинковых руд.
3. Практика флотации свинцово-цинковых и свинцово-медных руд.
4. Практика флотации полиметаллических руд.
5. Практика флотации несulfидных минералов.

#### **Примерный перечень вопросов для текущей аттестации:**

1. Что характеризует величина краевого угла смачивания?
2. Как влияют реагенты собиратели и депрессоры на смачивание минеральных поверхностей?
3. Что такое гидратный слой?
4. Какой краевой угол смачивания является равновесным?
5. Что такое гистерезис смачивания?
6. Значение явлений повышения и снижения смачиваемости поверхностей для процесса флотации.
7. Чему равна величина краевого угла смачивания в случае полного смачивания и полного несмачивания?
8. Для флотации каких минералов могут использоваться бутиловый ксантогенат и олеат натрия?
9. Какой реагент является более селективным: олеат натрия или бутиловый ксантогенат?
10. Как изменяется выход концентрата при увеличении концентрации ксантогената и почему?
11. Что такое беспенная флотация?
12. Какова область применения беспенной флотации?
13. В чем заключается причина повышения прочности воздушных пузырьков в присутствии пенообразователей?
14. Какие пенообразователи являются наиболее сильными?
15. Какими свойствами должны обладать флотационные пены?

16. Почему при повышении концентрации пенообразователя пенообразование усиливается?
17. Почему пузырьки воздуха выделяются на поверхности минеральных частиц, а не в объеме жидкой фазы?
18. Как изменяется выход концентрата при изменении концентрации собирателей?
19. Как влияет степень гидрофобности поверхности на вероятность возникновения пузырьков газа?
20. Что такое вакуумная флотация?
21. Что такое скорость флотации?
22. Какие факторы влияют на скорость флотации и как?
23. Каковы причины снижения скорости флотации флотируемого минерала?
24. Каковы причины увеличения скорости флотации депрессируемого минерала?
25. Как изменяется селективность разделения минералов при увеличении скорости флотации?
26. Назначение и механизм действия применяемых реагентов.
27. Каково значение используемых реагентов и механизм их действия?
28. Каковы характерные особенности руд, перерабатываемых по прямой селективной схеме?
29. Какие руды называются сплошными сульфидными?
30. Причины, затрудняющие флотацию медно-цинковых руд?
31. Каковы другие возможные реагентные режимы флотации медно-цинковых руд?
32. Какие руды называются вкрапленными сульфидными?
33. Каково назначение и механизм действия применяемых реагентов?
34. Какие факторы влияют на флотационные свойства углей?
35. Каковы особенности процесса флотации углей?
36. Почему частицы угля имеют высокую флотационную способность?
37. Каково назначение и механизм действия используемых реагентов?
38. Как необходимо изменить реагентный режим для повышения качества концентрата?
39. Как регулировать работу флотомашин для повышения качества концентрата?
40. Как влияет время флотации в отдельных операциях на показатели флотации.
41. Когда была предложена пенная сепарация?
42. Что такое пенная сепарация?
43. Каковы главные особенности пенной сепарации?
44. Как регулируется работа машины для пенной сепарации?
45. Каковы преимущества и недостатки машин для пенной сепарации по сравнению с другими типами флотомашин?
46. Каковы главные особенности машин для колонной флотации?
47. Какова область применения колонных флотомашин?
48. Каковы пути совершенствования машин для колонной флотации?
49. Как регулируется работа колонных флотомашин?

**Примерный перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:**

1. Понятие о флотации, ее особенности и роль в процессах обогащения полезных ископаемых.
2. Крезол, ксиленол, пиридин, ОПСМ и ОПСБ. Состав, свойства и область применения.
3. Практика флотации флюорита и растворимых солей.
4. Максимальный размер флотируемых частиц.
5. Дитиофосфаты, диксантогениды и меркаптаны. Свойства и технология применения.
6. Флотомашины ФМ и с кипящим слоем. Устройство, регулировка, преимущества и недостатки.
7. Классификация флотационных процессов.
8. Реагенты – депрессоры, механизм их действия при флотации.

9. Влияние шламов на процесс флотации. Способы снижения влияния шламов на показатели флотации.
10. Характеристика жидкой фазы флотационной пульпы.
11. Реагенты заменители олеиновой кислоты.
12. Пневмомеханические флотомашин. Устройство, область применения, преимущества и недостатки.
13. Поверхностная энергия. Когезия и адгезия в процессах смачивания.
14. Цианид и цианплав. Свойства, механизм действия и область применения.
15. Процессы агрегации частиц во флотационной пульпе. Влияние агрегации частиц на флотацию.
16. Газовая фаза флотационной пульпы. Кинетика выделения газовых пузырьков из жидкой фазы.
17. Строение и действие вспенивателей.
18. Флотомашин «Механобр». Устройство, регулировка, преимущества и недостатки. Область применения.
19. Характер ненасыщенных связей на поверхности минералов. Гидрофобность и гидрофильность поверхностей.
20. Олеиновая кислота и олеат натрия. Свойства, технология и область применения.
21. Практика флотации медно-молибденовых руд.
22. Смачивание поверхностей. Краевой угол смачивания, гидратные слои.
23. Сосновое масло, ИМ – 68, Т – 66 и Т – 80. Состав, свойства и область применения.
24. Практика флотации медных сульфидных руд.
25. Термодинамический анализ вероятности возникновения на минеральной поверхности пузырьков газов, выделяющихся из раствора.
26. Сернистый натрий. Механизм действия и область применения.
27. Практика флотации свинцово-медных сульфидных руд.
28. Двухфазные пены. Образование, устойчивость и разрушение пен.
29. Сульфит натрия, цинковый купорос и бихромат калия. Механизм действия и область применения.
30. Флотация железных руд.
31. Двойной электрический слой.
32. Органические депрессоры. Состав, механизм действия и область применения.
33. Выбор, расчет и компоновка флотомашин.
34. Классификация и назначение флотационных реагентов.
35. Ксантогенаты. Свойства, механизм действия и область применения.
36. Флотация тонких частиц.
37. Вероятность флотации.
38. Реагенты-регуляторы среды. Состав, механизм действия и область применения.
39. Практика флотации медно-свинцово-цинково-пиритных руд.
40. Прочность закрепления пузырька на минеральной поверхности. Угол формы.
41. Аполярные собиратели. Состав, свойства, механизм действия и область применения.
42. Практика флотации свинцово-цинковых сульфидных руд.
43. Трехфазные пены. Вторичное обогащение в пенном слое.
44. Основные формы закрепления флотационных реагентов.
45. Практика флотации аполярных несulfидных минералов.
46. Анализ сил, действующих между сближающимися пузырьком и частицей.
47. Жидкое стекло. Состав, механизм действия и область применения.
48. Практика флотации свинцовых и цинковых окисленных и смешанных руд.
49. Кинетика закрепления частицы на пузырьке воздуха.
50. Катионные собиратели. Свойства, механизм действия и область применения.
51. Вспомогательное флотационное оборудование.
52. Скорость и селективность процесса флотации.

53. Строение и классификация реагентов-собирателей.
54. Практика флотации медных окисленных и смешанных руд.
55. Гистерезис смачивания и его роль при флотации.
56. Флотация крупных частиц.
57. Пневматические флотационные машины. Устройство, регулировка, преимущества и недостатки.

### **8 семестр**

#### **Практические занятия, их наименование и объем в часах - 17 часов**

Практическая работа №1 Определение скоростей падения частиц по первому параметру Лященко – 2 часа

Практическая работа №2 Определение коэффициента равнопадаемости по второму параметру Лященко – 2 часа

Практическая работа №3 Методика расчета гидравлических классификаторов – 2 часа

Практическая работа №4 Методика расчета гидроциклонов – 2 часа

Практическая работа №5 Фракционный анализ и кривые обогатимости – 2 часа

Практическая работа №6 Определение обогатимости угля – 2 часа

Практическая работа №7 Методика расчета плотности тяжелой суспензии и расхода утяжелителя – 2 часа

Практическая работа №8 Практика применения центробежных аппаратов – 2 часа

Практическая работа №9 Схемы пневматического обогащения на асбестообогатительных фабриках – 1 час

#### **Перечень контрольных вопросов для самопроверки**

Раздел 1. Теоретические основы гравитационных процессов.

1. Классификация гравитационных процессов.
2. Виды сопротивления сред падающим телам.
3. Конечная скорость падения тел.
4. Определение конечной скорости падения по первому параметру Лященко.
5. Равнопадающие тела.
6. Определение размеров равнопадающих тел по второму параметру Лященко.
7. Стесненные падения тел.

Раздел 2. Общие закономерности движения зерен в средах.

1. Седиментационный анализ.
2. Гидравлическая классификация
3. Гидравлические классификаторы
4. Механические классификаторы
5. Гидроциклоны

Раздел 3. Обогащение в тяжелых средах.

1. Обогащение в тяжелых средах.
2. Колесные сепараторы для обогащения в тяжелых средах.
3. Конусные и барабанные сепараторы для обогащения в тяжелых средах.
4. Фракционный анализ.
5. Обогащение на конусных сепараторах и струйных концентраторах.

Раздел 4. Отсадка.

1. Обогащение отсадкой.
2. Отсадочные машины.
3. Факторы регулировки работы отсадочных машин

Раздел 5. Обогащение в струе воды, текущей по наклонной плоскости.

1. Обогащение на винтовых сепараторах и концентрационных столах.

Раздел 6. Технологические схемы и организация производства на гравитационных

фабриках.

1. Технологические схемы обогащения.

Раздел 7. Специальные виды гравитационного обогащения.

1. Промывка, применяемое оборудование.
2. Пневматическое обогащение, используемое оборудование.

### **Контрольные тесты**

#### **Вариант 1**

1. Понятие о гравитационном методе обогащения.
  - a) Процессы разделения смеси зерен по плотности, крупности и форме частиц.
  - b) Процессы разделения смеси зерен по различию в смачиваемости их поверхностей.
  - c) Процессы разделения смеси зерен основанное на различии их химических свойств.
  - d) Процессы разделения смеси зерен основанное на их способности всплывать.
2. Какие дополнительные силы кроме веса тела в среде могут действовать на зерна при их разделении гравитационным методом?
  - a) Центробежные и электромагнитные силы.
  - b) Архимедова сила.
  - c) Инерционные силы.
  - d) Силы молекулярного взаимодействия.**
3. Каковы пути снижения нижнего предела крупности разделяемых частиц?
  1. Применение аппаратов с воздушной средой.
  2. Применение аппаратов с центробежным полем.
  3. Применение аппаратов с водной средой.
  4. Применение аппаратов с повышенным значением сил трения.
4. Что показывает кривая распределения зольности?
  - a) Зольность тяжелых фракций.
  - b) Зольность легких фракций.**
  - c) Зольность промежуточных фракций.
  - d) Зольность элементарных слоев угля, расслоенного по плотности.
5. Для определения каких свойств материалов используется пикнометрический метод?
  - a) Крупности частиц.
  - b) Плотности частиц.
  - c) Формы частиц.
  - d) Твердости частиц.
6. Какие среды называются вязкими?
  - a) Среда, характеризующиеся наличием внутреннего трения.
  - b) Среда не способные растекаться по поверхности.
  - c) Среда, интенсивно взаимодействующие с твердой поверхностью.
  - d) Среда не способные обтекать пузырями.
7. Что такое конечная скорость падения тел в средах?
  - a) Скорость, когда тело перемещается без ускорения.
  - b) Скорость в конце падения тела.
  - c) Скорость с увеличивающимся ускорением.
  - d) Скорость в начале падения тела.
8. Условие возникновения турбулентного режима падения тел.
  - a) При высокой скорости падения тел.
  - b) При падении мелких тел.
  - c) При падении тел с малой скоростью.
  - d) При падении тел с постоянной скоростью.

9. Второй параметр Лященко.

- a)  $\psi \cdot Re$
- b)  $\psi / Re$
- c)  $\psi \cdot Re^2$
- d)  $\psi / Re^2$

10. Определение коэффициента равнопадаемости.

- a) Отношение скорости падения к размеру тела.
- b) Отношение диаметра тела к скорости падения.
- c) Отношение диаметра тела к площади его поверхности.
- d) Отношение диаметров зерен легкого и тяжелого минералов, падающих с одинаковой конечной скоростью.

11. Что такое гидравлическая классификация?

- a) Процесс разделения смеси зерен по их форме.
- b) Процесс разделения смеси зерен на классы крупности в воде.
- c) Процесс разделения смеси зерен по их физико-химическим свойствам.
- d) Процесс выделения мелких зерен.

12. Как изменится крупность слива механического классификатора при разбавлении питания?

- a) Крупность слива не изменится.
- b) Крупность слива увеличится.
- c) Крупность слива уменьшится.
- d) Крупность слива останется постоянной.

13. Что такое цикл отсадки?

- a) Время разгрузки тяжелой фракции.
- b) Время перемещения материала через отсадочную машину.
- c) Период времени от подачи материала до его разделения.
- d) Период времени за который вода совершает восходящий и нисходящий ход.

14. Эффективность процесса обогащения в тяжелых суспензиях.

- a) Ниже эффективности обогащения отсадкой.
- b) Самый эффективный процесс гравитационного метода.
- c) Ниже эффективности пневматического обогащения.
- d) Ниже эффективности обогащения в струйных сепараторах.

15. Область применения шлюзов.

- a) Для извлечения редких и благородных металлов.
- b) Для извлечения несulfидных минералов.
- c) Для удаления глины.
- d) Для обогащения руд цветных металлов.

## **Вариант 2.**

1. Недостатки гравитационного метода.

- a) Дорогой и сложный.
- b) Наличие нижнего предела крупности разделяемых частиц.
- c) Высокая энергоемкость.
- d) Низкая производительность аппаратов.

2. Что является основой для разделения гравитационного метода на различные процессы?

- a) Способ использования различия свойств минералов.
- b) Свойства сред, в которых происходит разделение минералов.
- c) Способ подачи материала в обогатительный аппарат.
- d) Физико-химические свойства минералов.

3. Степень экологической безопасности гравитационного метода в сравнении с флотационным методом.

- a) Гравитационный метод экологически более опасен, чем флотационный.
  - b) Гравитационный метод экологически безопасен.
  - c) Гравитационный метод экологически менее опасен, чем флотационный.
  - d) Экологическая опасность одинакова.
4. Что показывает кривая концентрата?
- a) Зависимость между суммарным выходом всплывших фракций и их зольностью.
  - b) Зависимость между суммарным выходом потонувших фракций и их зольностью.
  - c) Зависимость между суммарным выходом промпродуктовых фракций и их зольностью.
  - d) Выход концентрата.
5. Главная причина ошибок при определении плотности порошкообразных материалов пикнометрическим способом.
- a) Малая навеска.
  - b) Неполное вытеснение пузырьков воздуха.
  - c) Низкая плотность материала.
  - d) Высокая плотность материала.
6. Когда возникает динамический коэффициент вязкости?
- a) В случае динамически подвижных сред.
  - b) В случае неподвижных сред.
  - c) При нагревании сред.
  - d) При создании над средой вакуума.
7. Условие достижения зерном конечной скорости падения.
- a) Когда вес тела в среде больше силы сопротивления среды.
  - b) Когда вес тела в среде равен силе сопротивления среды.
  - c) Когда сила сопротивления среды равна нулю.
  - d) Когда высота падения тел значительна.
8. Что такое параметр Рейнольдса?
- a) Число, характеризующее темп приобретения телом конечной скорости падения.
  - b) Число, характеризующее режим падения тел и преобладание вязкостного или динамического сопротивления.
  - c) Число, указывающее на отсутствие вязкостного сопротивления.
  - d) Число, характеризующее динамическое сопротивление.
9. Для чего используется второй параметр Лященко?
- a) Для определения размеров равнопадающих зерен и коэффициента равнопадаемости.
  - b) Для определения конечной скорости падения тел.
  - c) Для определения коэффициента сопротивления среды.
  - d) Для определения параметра Рейнольдса.
10. Какие тела называются равнопадающими?
- a) Имеющие различные скорости падения.
  - b) Имеющие высокие скорости падения.
  - c) Имеющие одинаковые конечные скорости падения.
  - d) Имеющие низкие скорости падения.
11. Меры для предотвращения коагуляции при производстве седиментационного анализа.
- a) Использовать диспергатор.
  - b) Применять коагулянты.
  - c) Производить непрерывное перемешивание.
  - d) Производить подогрев взвеси.
12. Недостатки спиральных классификаторов.
- a) Малый межремонтный период.
  - b) Низкая производительность.



- c) Энергоемкость.
- d) Занимают значительную производительность площадь.

13. Что дает увеличение расхода подрешетной воды в процессе отсадки?

- a) Повышается качество легкой фракции.
- b) Повышается качество тяжелой фракции.
- c) Ускоряется процесс отсадки.
- d) Не влияет на качество продуктов разделения.

14. Чем определяется степень промывистости руд?

- a) Свойствами глины.
- b) Количеством глины.
- c) Наличием тонкозернистых минералов.
- d) Крупностью руды.

15. Главная особенность технологических показателей, получаемых на концентрационных столах.

- a) Высокая степень концентрации.
- b) Высокая производительность.
- c) Высокий выход тяжелой фракции.
- d) Высокий выход концентрата.

### **Вариант 3.**

1. Преимущества гравитационного метода.

- a) Значительная крупность обогащаемого материала и высокая производительность аппаратов.
- b) Возможность разделения ультратонких частиц.
- c) Возможность разделения любых минералов.
- d) Высокая скорость разделения частиц.

2. Что предопределяет возможность использования гравитационного метода обогащения?

- a) Характеристика обогащаемого материала и климатические условия региона.
- b) Инфраструктура региона.
- c) Наличие источников энергоснабжения.
- d) Низкие требования к конечным концентратам.

3. Какова цель фракционного анализа?

- a) Разделение материала по крупности.
- b) Разделение материала по плотности.
- c) Разделение материала по форме частиц.
- d) Разделение материала по цвету.

4. Что показывает кривая породы?

- a) Зависимость между суммарным выходом всплывших фракций и их зольностью.
- b) Зависимость между суммарным выходом потонувших фракций и их зольностью.
- c) Зависимость между суммарным выходом промпродуктовых фракций и их зольностью.
- d) Выход концентрата.

5. Что такое вязкость сред?

- a) Свойство сред оказывать сопротивление относительно движению элементарных слоев.
- b) Свойство сред не растекаться.
- c) Свойство сред оказывать сопротивление их испарению.
- d) Свойство сред обтекать поверхность частиц.

6. Размерность динамического коэффициента вязкости.

- a)  $H^* \text{ с/м}^2$
- b)  $H^* \text{ м/с}$

- c) Па/с
  - d) м<sup>2</sup>/с
7. Время достижения телом конечной скорости падения.
- a) Несколько минут.
  - b) Несколько часов.
  - c) Несколько секунд.
  - d) Доли секунды.
8. Что показывает диаграмма Рейлея?
- a) Зависимость скорости падения от размера тела.
  - b) Зависимость скорости падения от формы тела.
  - c) Зависимость коэффициента сопротивления от числа Рейнольдса.
  - d) Зависимость коэффициента сопротивления от свойств среды.
9. Для чего используется первый параметр Лященко?
- a) Для определения размеров равнопадающих зерен и коэффициента равнопадаемости.
  - b) Для определения конечной скорости падения тел.
  - c) Для определения коэффициента сопротивления среды.
  - d) Для определения параметра Рейнольдса.
10. Какие дополнительные сопротивления возникают при стесненном падении тел по сравнению со свободным?
- a) Сопротивление за счет силы тяжести.
  - b) Сопротивление за счет инерции частиц.
  - c) Сопротивление за счет вязкости частиц.
  - d) Сопротивление за счет столкновения частиц.
11. Условие, необходимое для обеспечения свободных условий падения частиц при производстве седиментационного анализа.
- a) Перемешивание.
  - b) Обеспечение высокого значения разжиженности пульпы.
  - c) Применение коагулянта.
  - d) Подогрев пульпы
12. Преимущества гидроциклонов.
- a) Занимают малую производственную площадь и имеют высокую производительность.
  - b) Низкая энергоемкость.
  - c) Значительный срок службы.
  - d) Возможность классификации крупнозернистого материала.
13. Как изменяется частота пульсаций при уменьшении крупности обогащаемого материала?
- a) Уменьшается.
  - b) Увеличивается.
  - c) Не изменяется.
  - d) Остается постоянной.**
14. Преимущества пневматического обогащения.
- a) Меньшие капитальные затраты, проще схемы, отсутствие водно-шламового хозяйства.
  - b) Высокая эффективность разделения.
  - c) Возможность обогащения неклассифицированного материала.
  - d) Слабое пылеобразование.
15. Преимущества винтовых сепараторов.
- a) Простота конструкции и надежность в работе.
  - b) Возможность обогащения крупнокускового материала.
  - c) Высокая степень концентрации.

- d) Низкое энергопотребление.

#### **Вариант 4.**

1. Область применения гравитационного метода.
  - a) Для разделения зерен, имеющих различную форму.
  - b) Для разделения зерен, имеющих различную крупность.
  - c) Для разделения зерен, имеющих различную смачиваемость поверхности.
  - d) Для разделения зерен, имеющих различную плотность.
2. Различие в каких свойствах минералов используется при гравитационном методе?
  - a) Физико-химические свойства.
  - b) Плотность, крупность и форма частиц.
  - c) Дисперсность и крупность частиц.
  - d) Коэффициент скольжения частиц по поверхности.
3. Для чего используются результаты фракционного анализа?
  - a) Для определения эффективности извлечения частиц.
  - b) Для определения степени обогатимости и составления теоретических балансов продуктов обогащения.
  - c) Для определения выхода тяжелой фракции.
  - d) Для определения выхода легкой фракции.
4. Что показывает кривая плотности?
  - a) Зависимость между суммарным выходом потонувших фракций и их зольностью.
  - b) Зависимость между суммарным выходом всплывших фракций и их зольностью.
  - c) Зависимость между суммарным выходом промпродуктовых фракций и их зольностью.
  - d) Плотность фракций.
5. Что такое силы внутреннего трения?
  - a) Силы, возникающие внутри среды.
  - b) Силы, возникающие при скольжении слоев жидкости.
  - c) Силы, возникающие при обтекании частиц.
  - d) Силы, возникающие при подъеме частиц.
6. Чем характеризуются структурированные суспензии?
  - a) Сохраняют сцепление и при отсутствии разности скоростей.
  - b) Обладают повышенной текучестью.
  - c) Неспособностью растекаться.
  - d) Неспособны обтекать частицы.
7. Условие возникновения ламинарного режима падения тел.
  - a) Падение крупных тел.
  - b) Падение мелких тел.
  - c) При высокой скорости падения.
  - d) При падении с постоянной скоростью.
8. Первый параметр Лященко.
  - a)  $\psi \cdot Re$
  - b)  $\psi / Re$
  - c)  $\psi \cdot Re^2$
  - d)  $\psi / Re$
9. Зерна какой формы имеют наибольшую скорость падения?
  - a) Плоские.
  - b) Угловатые.
  - c) Шарообразные.
  - d) Прямоугольные.
10. Почему скорость падения частиц в естественных условиях меньше, чем в

свободных?

- a) За счет вязкости среды.
- b) За счет возникновения дополнительных сопротивлений.
- c) За счет уменьшения силы тяжести.
- d) За счет уменьшения коэффициента сопротивления.

11. Недостатки гидроциклонов.

- a) Высокое энергопотребление и быстрый износ.
- b) Малая производительность.
- c) Занимают значительную производительность площадь.
- d) Невозможность классификации тонкозернистого материала.

12. Чему равна максимальная плотность суспензии?

- a) Половина плотности утяжелителя.
- b) Плотности утяжелителя.
- c) Половине суммы плотностей утяжелителя и воды.
- d) Половине разности плотности утяжелителя и воды.

13. Недостатки пневматического обогащения.

- a) Низкая эффективность, большое пылеобразование и ограниченная крупность обогащаемого материала.
- b) Высокие капитальные затраты.
- c) Отсутствие водно-шламового хозяйства.
- d) Продукты обогащения сухие.

14. Главная особенность работы центробежных концентраторов.

- a) Необходимость высокого разжижения пульпы.
- b) Высокая энергоемкость.
- c) Высокое ускорение при вращении ротора.
- d) Необходимость подачи пульпы с малым разжижением.

### **9 семестр**

#### **Перечень лабораторных работ:**

- 9. Изучение разделения различных материалов по трению;
- 10. Изучение разделения различных минералов по упругости;
- 11. Изучение процесса выщелачивания техногенного сырья;
- 12. Изучение процесса цементации меди на железном скрапе;
- 13. Изучение процесса сорбции на ионообменных смолах;
- 14. Изучение процесса обжига известняка;

#### **Вопросы для проведения текущего контроля.**

*Обогащение по трению и форме*

- 1. Теоретические основы метода.
- 2. Оборудование для обогащения по трению и форме.
- 3. Факторы, влияющие на эффективность метода.
- 4. Практика обогащения по форме и трению.

*Обогащение по упругости*

- 1. Теоретические основы метода.
- 2. Оборудование для обогащения по упругости.
- 3. Факторы, влияющие на эффективность метода.
- 4. Практика обогащения по упругости.

*Обогащение на жировых поверхностях*

- 1. Теоретические основы метода.
- 2. Оборудование для обогащения на жировых поверхностях.
- 3. Факторы, влияющие на эффективность метода.

#### 4. Практика обогащения алмазосодержащего сырья.

##### *Избирательное дробление, измельчение и декрипитация*

1. Теоретические основы метода.
2. Оборудование для избирательного дробления и измельчения.
3. Декрипитация, способы осуществления.
4. Практика обогащения с использованием данных методов.

##### *Радиометрические методы обогащения*

1. Сортировка, виды сортировки.
2. Эмиссионные методы.
3. Абсорбционные методы.
4. Контрастность и другие факторы, влияющие на эффективность методов.
5. Оборудование для сортировки.
6. Практика применения радиометрической сортировки.

##### *Подготовка руды, обжиг*

1. Обжиг, виды обжига.
2. Основные параметры процесса обжига.
3. Оборудование для обжига.
4. Подготовка руды к выщелачиванию.

##### *Перевод компонентов в раствор*

1. Теоретические основы процесса растворения.
2. Растворители для выщелачивания.
3. Классификация процессов растворения.
4. Применяемое оборудование.
5. Регулирование процесса растворения.
6. Бактериальная интенсификация выщелачивания.

##### *Извлечение компонентов, очистка растворов*

1. Очистка растворов от механических примесей.
2. Способы извлечения компонентов из продуктивных растворов.
3. Регенерация растворителей.
4. Требования к конечным продуктам.
5. Интенсификация процесса извлечения.

Целью лабораторных работ по данной дисциплине является практическое ознакомление студентов с различными реагентами и схемами обогащения полезных ископаемых, а также получение навыков по выполнению различных опытов. В частности, студент должен уметь правильно обосновать рабочий режим аппарата и представленную схему обогащения для заданного типа руды, рассчитать основные показатели обогащения и представить индивидуальный отчет. Все полученные экспериментальные данные необходимо проанализировать, проверить выполнена ли основная цель работы, сформулировать выводы. Если получены низкие технологические показатели обогащения, указать возможные причины и пути повышения показателей.

При выполнении работ строго соблюдать правила техники безопасности и инструкции по работе с аппаратурой.

Цель выполнения курсовых проектов по дисциплине «Обогатительные процессы» состоит в том, чтобы закрепить и углубить практические навыки по обогащению полезных ископаемых различными методами, полученные на лекциях и при выполнении лабораторных работ. В частности, студент должен уметь правильно обосновать технологическую схему и реагентный режим, выбрать и рассчитать основное и вспомогательное оборудование и рационально разместить его в цехе.

В процессе выполнения проекта студент должен использовать знания, полученные ранее при изучении смежных дисциплин, а также опыт работы и наблюдения при прохождении производственной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, а также литературу по вопросам проектирования обогатительных фабрик.

Заданием на курсовой проект в 8 семестре предусматривается разработать проект флотационного отделения для переработки руд черных, цветных металлов и неметаллического сырья. В соответствии с заданием необходимо обосновать технологию флотации, рассчитать качественно-количественную и водно-шламовую схемы, выбрать и рассчитать основное и вспомогательное оборудование.

Примерное задание на курсовой проект в 8 семестре:

Разработать проект флотационного цеха для обогащения руды. Выбрать и обосновать схему обогащения руды. Сделать расчет качественно-количественной и водно-шламовой схем, а также основного и вспомогательного оборудования (флотомашин, питателей реагентов и контактных чанов). Выбрать и обосновать реагентный режим для флотации руды. Сделать проект компоновочного решения флотационных машин, план и разрез флотационного цеха. Исходные данные: массовая доля ценного компонента в руде, %, в концентрате, %, в хвостах, %; крупность измельченной руды и производительность на проектируемом предприятии задает преподаватель.

Заданием на курсовой проект в 9 семестре предусматривается разработать проект гравитационного отделения для переработки железного, хромитового, золотосодержащего сырья. В соответствии с заданием необходимо обосновать технологию гравитационного процесса, рассчитать качественно-количественную и водно-шламовую схемы, выбрать и рассчитать основное и вспомогательное оборудование.

Примерное задание на курсовой проект в 9 семестре:

Разработать проект гравитационного цеха для обогащения руды. Выбрать и обосновать схему обогащения руды. Сделать расчет качественно-количественной и водно-шламовой схем, а также основного и вспомогательного оборудования (флотомашин, питателей реагентов и контактных чанов). Сделать проект компоновочного решения гравитационного оборудования, план и разрез гравитационного цеха. Исходные данные: массовая доля ценного компонента в руде, %, в концентрате, %, в хвостах, %; крупность измельченной руды и производительность на проектируемом предприятии задает преподаватель.

Курсовой проект выполняется студентами под руководством преподавателя, назначенного кафедрой, перед которым каждый студент отчитывается о выполнении проекта в соответствии с утвержденным графиком и расписанием консультаций.

Курсовой проект должен состоять из расчетно-пояснительной записки объемом 35 – 40 страниц рукописного текста и графической части, на которой вычерчивается план и разрез флотационного отделения, чертеж выполняется на листе формата А-1. Выполненный проект защищается студентом перед комиссией преподавателей из 2-3 человек, в состав которой входит руководитель проекта. Дата защиты назначается индивидуально для каждого студента при выдаче задания.

При выполнении курсового проекта перед студентом стоят *следующие задачи*:

1. Отразить развитие данной отрасли промышленности на современном этапе,

значение и перспективы развития обогащения.

2. В краткой характеристике обогащения руды привести гранулометрический состав руды, поступающей в отделение измельчения, и характеристику вещественного и химического состава руды. Необходимо также представить таблицы (или кривые) ситового состава, а также данные минералогического состава и химического анализа; основные физические свойства руды и минералов.

3. Выбрать и обосновать схему обогащения. Разработать (выбрать) практические схемы, применяемые для обогащения заданного типа руды на аналогичных объектах. Дать краткое описание и привести рисунок принятой схемы; указать технологические показатели обогащения. Необходимо обосновать целесообразность применения выбранной схемы обогащения путем ее сравнения с несколькими другими технологическими схемами с указанием их недостатков и преимуществ. Учитывая сложность сравнения всех вариантов, можно ограничиться сравнением двух-трех вариантов схем. Оценить величину вкрапленности полезных минералов и характер их прорастания и их влияние на выбор схемы обогащения, в частности, на выбор числа стадий обогащения. Рассмотреть способность минералов к переизмельчению и ошламованию, чтобы обосновать число стадий обогащения и тип выбираемого оборудования. Выбрать качественную схему обогащения.

На основании выбранной схемы обогащения и принятой к расчету обосновать целесообразность применения флотационных реагентов. Представить механизм действия флотационных реагентов.

4. Произвести расчет качественно-количественной схемы.

5. Выполнить расчет водно-шламовой схемы.

6. Выбрать и рассчитать основное оборудование.

7. Кратко описать методы опробования и контроля технологического процесса с использованием средств автоматизации. Следует также кратко описать аппараты (установки), принятые для вспомогательного контроля и регулирования основных параметров технологического процесса обогащения.

8. Изложить основные мероприятия по технике безопасности, направленные на снижение уровня травматизма, улучшения санитарно-гигиенических условий труда работников и др. (ограждения, обеспечение безопасности пуска агрегатов и машин, защита от поражения электрическим током, устройство вентиляции, освещения, защита от шума и вибрации, мероприятия по борьбе с пыленностью и т.д.).

*Содержание и оформление пояснительной записки к заданию на курсовое проектирование*

Во введении отражается развитие данной отрасли промышленности на современном этапе, значение и перспективы развития обогащения. В краткой характеристике обогащения руды приводятся гранулометрический состав руды, поступающей в отделение измельчения, и характеристика вещественного и химического состава руды. В разделе должны быть таблицы (или кривые) ситового состава, а также данные минералогического состава и химического анализа; основные физические свойства руды и минералов. *Выбор и обоснование схемы обогащения.* В этом разделе необходимо разработать (выбрать) практические схемы, применяемые для обогащения руд на аналогичных объектах. Дать краткое описание и привести рисунок принятой схемы; указать технологические показатели обогащения. Необходимо обосновать целесообразность применения выбранной схемы обогащения. Для этого выбранная схема сравнивается с несколькими другими технологическими схемами, указываются их недостатки и преимущества. Учитывая сложность сравнения всех вариантов при курсовом проектировании, можно ограничиться сравнением двух-трех вариантов схем.

Величина вкрапленности полезных минералов и характер их прорастания влияют

на выбор схемы обогащения, в частности, на выбор числа стадий обогащения. Способность минералов к переизмельчению и ошламование также влияет на число стадий обогащения и на тип выбираемого оборудования. Следует учитывать, что переизмельчение и ошламование вредно во всех случаях и поэтому необходимо применение большого числа стадий обогащения. После анализа всех материалов выбирается качественная схема обогащения. Имея качественную характеристику сырья, рассчитывают *качественно-количественную схему обогащения*. При оформлении курсового проекта нет необходимости приводить расчет всех узлов схемы; достаточно привести расчет одного узла.

Форма записи качественно-количественной схемы обогащения

№ операций и продуктов	Наименование операций и продуктов	Q, т/ч	$\gamma$ , %	$\beta$ , %	$\epsilon$ , %
1	2	3	4	5	6

Исходя из данных качественно-количественного расчета технологической схемы обогащения, составляется итоговый баланс продуктов обогащения.

*Расчет водно-шламовой схемы.* Цель проектирования и расчета водно-шламовой схемы - обеспечение оптимального отношения Ж:Т в операциях схемы; определение количества воды, добавляемой (или выводимой) в той или иной операции; определение общего расхода воды и составление балансов по воде (общей и свежей). При расчете следует учитывать, что суммарное количество воды, поступающей в процесс, всегда должно быть равным суммарному количеству воды, уходящему из процесса с конечными продуктами. Общая потребность воды для цеха (фабрики) на 10-15 % превышает потребление воды для технологических целей (на смыв полов, промывку аппаратов и т.д.). Полного расчета водно-шламовой схемы в пояснительной записке проводить не требуется. Необходимо показать последовательность расчета, указать расчетные формулы и окончательные результаты расчета. Данные расчета сводятся в отдельную таблицу.

Форма записи водно-шламовой схемы

№ операций и продуктов	Наименование операций и продуктов	Q, т/ч	R	W, м <sup>3</sup> /ч	V, м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6

Для оптимизации процессов измельчения, классификации, обогащения и т.п. необходимо проводить каждую операцию обработки при получении значения Ж:Т (R). Эти значения берутся исходя из практических или исследовательских данных. Разжижение продуктов осуществляется добавлением воды, что легко осуществимо. Уменьшение отношения Ж:Т требует операций обезвоживания, которые значительно сложнее. Поэтому операции обезвоживания следует вводить в схему в крайних случаях, когда они необходимы для повышения технологических показателей. Нормы расхода дополнительной воды, являются тоже исходными показателями, необходимыми при расчете водно-шламовой схемы. Влажность отдельных продуктов, имеющих относительно постоянную или колеблющуюся в узких пределах значений величину, также составляет группу исходных показателей для расчета водно-шламовой схемы.

После всех расчетов на качественную схему обогащения наносятся стрелки к месту подачи воды с указанием ее количества.

На основании технологической схемы обогащения производятся *выбор и расчет оборудования*. При выборе оборудования решаются в основном три вопроса: 1) выбор типа флотационной машины; 2) определение требуемого объема флотационной



машины в зависимости от условий ее работы и размеры; 3) определение оптимального в технологическом и технико-экономическом отношении размера флотационной машины и в связи с этим необходимого количества устанавливаемых флотационных машин. Так как расчет сводится в основном к определению количества оборудования, то целесообразно все оборудование свести в таблицу.

Форма записи сводной таблицы флотационных машин

Наименование операций	Тип флотационной машины	Количество шт. на одну секцию	Общее количество, шт
1	2	3	4

Выбрать и описать вспомогательное оборудование, к которому относятся контактные чаны и питатели для дозировки и равномерной подачи реагентов.

По результатам выполненных расчетов выполнить проект компоновочного решения флотационных машин, план и разрез флотационного цеха.

Примерный перечень тем курсового проекта в 8 семестре

№ варианта	Наименование полезного ископаемого	Производительность, т/час	Массовая доля компонентов, %
1.	Графитовая руда	800	2,5
2.	Графитовая руда	2000	5,5
3.	Медная руда	4000	1,5
4.	Медная руда	2000	1,2
5.	Медно-цинковая	3000	1,1 и 2,1
6.	Медно-цинковая	4000	1,3 и 1,8
7.	Медно-цинковая	5000	1,2 и 1,9
8.	Флюоритовая	1000	17
9.	Флюоритовая	1200	16
10.	Ртутно-флюоритовая	1500	0,1 и 16,5
11.	Свинцово-цинковая	3500	0,7 и 1,5
12.	Свинцово-цинковая	3000	0,5 и 1,7
13.	Свинцово-медная	4000	0,8 и 1,2
14.	Свинцово-медная	2000	0,9 и 1,4
15.	Уголь	4000	A <sup>c</sup> – 22
16.	Уголь	5000	A <sup>c</sup> – 24
17.	Полиметаллическая руда (Pb, Cu, Zn)	3000	0,7, 0,9, 2,1
18.	Полиметаллическая руда (Pb, Cu, Zn)	5000	0,9, 1,2, 2,2
19.	Ртутно-флюоритовая	2500	0,11 и 19
20.	Медно-цинковая	4000	1,2 и 2,1
21.	Медно-цинковая	3500	1,1 и 1,8
22.	Медно-цинковая	4500	0,9 и 2,1
23.	Медно-цинковая	4000	0,7 и 3,1
24.	Медная	2500	1,5
25.	Медная	3500	1,7

Примерный перечень тем курсового проекта в 9 семестре.

Разработать проект гравитационно-магнитного обогащения руд, указанных ниже:

№ варианта	Наименование руды	Производительность, тыс. т/год	Массовая доля, %
1	Магнетитовая руда	4500	33
2	Магнетитовая руда	3000	35
3	Магнетитовая руда	7000	34
4	Магнетитовая руда	6000	31
5	Магнетитовая руда	2500	32
6	Магнетитовая руда	6500	36
7	Магнетитовая руда	10000	30
8	Магнетитовая руда	9000	31
9	Магнетитовая руда	8000	34
10	Магнетитовая руда	7000	33
11	Магнетитомартитовая руда	6000	36
12	Магнетитомартитовая руда	5000	37
13	Магнетитомартитовая руда	4000	34
14	Магнетитомартитовая руда	4500	33
15	Магнетитомартитовая руда	5500	35
16	Магнетитовые кварциты	11000	37
17	Магнетитовые кварциты	10000	36
18	Магнетитовые кварциты	9000	34
19	Магнетитовые кварциты	8000	35
20	Магнетитовые кварциты	7000	38

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

#### Примерное содержание:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p><b>ОПК-4 готовностью с естественнонаучных позиций оценивать 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</b></p>		
Знать	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><b>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Природные типы руд.</li> <li>2. Технологические типы руд.</li> <li>3. Текстура руды.</li> <li>4. Структура руды.</li> <li>5. Химический фазовый анализ.</li> </ol>
Уметь	применять научные методы и мероприятия для решения задач по рациональному и комплексному освоению	<p><b>Примеры тестовых вопросов</b></p> <p>Полезное ископаемое это..</p> <p>а) природные минеральные образования в земной коре неорганического и органического происхождения, химический состав и физические свойства которых позволяют использовать их в сфере материального производства на благо общества в естественном или переработанном</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																								
	георесурсного потенциала недр	<p>в виде.</p> <p>б) сложный комплекс различных минералов, из которых хотя бы одно является полезным.</p> <p>в) локальное скопление полезного ископаемого в земной коре.</p> <p>г) все выше перечисленное.</p>																																								
Владеть	навыками применения научных методов и мероприятий для решения задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	<p><b>Примерные задачи:</b></p> <p>Пересчитать химический и фазовый состав минеральный.</p> <p>Исходные данные</p> <p>Минеральный состав (элементарный состав):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Магнетит <math>Fe_3O_4</math>; (<math>Fe = 72,3 \%</math>, <math>Fe^{2+} = 24,1 \%</math>, <math>Fe^{3+} = 48,2 \%</math>, <math>FeO = 31,0 \%</math>, <math>Fe_2O_3 = 69,0 \%</math>);</li> <li>Гематит <math>Fe_2O_3</math>; (<math>Fe = 69,9 \%</math>);</li> <li>Мартит <math>Fe_2O_3</math>; (<math>Fe = 69,9 \%</math>);</li> <li>Пирит <math>FeS_2</math>; (<math>Fe = 46,55 \%</math>, <math>S = 53,45 \%</math>);</li> <li>Кварц <math>SiO_2</math>; (<math>Si = 46,6 \%</math>).</li> <li>Доломит <math>CaMg[CO_3]_2</math>; (<math>CaO = 30,4 \%</math>, <math>MgO = 21,7 \%</math>, <math>CO_2 = 47,9 \%</math>).</li> <li>Пистомезит (<math>FeO = 44,65 \%</math>, <math>MgO = 13,5 \%</math>, <math>CO_2 = 42,0 \%</math>).</li> <li>Апатит <math>Ca_5(PO_4)_3Cl, F, OH</math>; (<math>CaO = 55,5 \%</math>, <math>P_2O_5 = 42,33 \%</math>).</li> <li>Кианит <math>Al_2[SiO_4]O</math>; (<math>Al_2O_3 = 62,9 \%</math>, <math>SiO_2 = 37,1 \%</math>).</li> <li>Оливин <math>(Mg,Fe)_2SiO_4</math>; (<math>MgO</math> - до <math>57,3 \%</math>, <math>FeO</math> - до <math>70,5 \%</math>, <math>SiO_2 = 42,7 \%</math>).</li> </ol> <p>Химический состав технологических проб железосодержащих руд</p> <table border="1" data-bbox="741 1166 2063 1441"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Компонент</th> <th colspan="5">Массовая доля компонента, %</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Вариант</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fe магнитное</td> <td>27,50</td> <td>20,30</td> <td>30,0</td> <td>27,10</td> <td>29,50</td> </tr> <tr> <td>FeO общ.</td> <td>12,86</td> <td>17,49</td> <td>16,66</td> <td>15,67</td> <td>14,74</td> </tr> <tr> <td><math>Fe_2O_3</math></td> <td>41,11</td> <td>29,10</td> <td>53,00</td> <td>36,50</td> <td>35,14</td> </tr> <tr> <td><math>SiO_2</math> общ.</td> <td>34,99</td> <td>24,35</td> <td>18,19</td> <td>32,66</td> <td>34,47</td> </tr> </tbody> </table>	Компонент	Массовая доля компонента, %					Вариант					1	2	3	4	5	Fe магнитное	27,50	20,30	30,0	27,10	29,50	FeO общ.	12,86	17,49	16,66	15,67	14,74	$Fe_2O_3$	41,11	29,10	53,00	36,50	35,14	$SiO_2$ общ.	34,99	24,35	18,19	32,66	34,47
Компонент	Массовая доля компонента, %																																									
	Вариант																																									
	1	2	3	4	5																																					
Fe магнитное	27,50	20,30	30,0	27,10	29,50																																					
FeO общ.	12,86	17,49	16,66	15,67	14,74																																					
$Fe_2O_3$	41,11	29,10	53,00	36,50	35,14																																					
$SiO_2$ общ.	34,99	24,35	18,19	32,66	34,47																																					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства															
		SiO <sub>2</sub> своб.	32,75	16,42	13,69	25,75	31,04										
		CaO	0,13	2,54	0,40	1,16	1,86										
		MgO	1,40	5,90	2,25	4,80	2,90										
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,93	3,34	0,50	0,50	1,23										
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,09	0,06	0,10	0,09										
		S	3,10	9,15	4,44	3,03	3,40										
		CO <sub>2</sub>	1,00	4,32	0,53	1,85	3,20										
<b>ПК-3 владением основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов</b>																	
Знать	основные методы изучения состава руды, текстурно-структурных характеристик, свойств минеральных частиц	<p>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крупность как разделительный признак.</li> <li>2. Удельная поверхность.</li> <li>3. Флотуемость.</li> <li>4. Раскрываемость руды.</li> </ol>															
Уметь	выбирать технологические процессы в зависимости от вещественного состава и гранулометрической характеристики полезного ископаемого, физические свойства минералов	<p><b>Примеры тестовых вопросов</b></p> <p>Какая из перечисленных текстур относится к первичной?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) слоистая,</li> <li>б) миндалекаменная,</li> <li>в) такситовая,</li> <li>г) трубчатая.</li> </ol>															
Владеть	навыками выбора оптимальных режимов ведения технологического процесса в зависимости от вещественного состава и гранулометрической	<p><b>Примерные задачи:</b></p> <p>Рассчитать гранулометрический состав руды и распределение ценного компонента по классам крупности. Найти <math>\gamma</math>, <math>\beta</math>, <math>\epsilon</math> в классе -3 +0,5 мм.</p> <p>Исходные данные по вариантам</p> <table border="1" data-bbox="775 1361 2033 1401"> <tr> <td><math>\rho</math></td> <td><math>\sigma</math></td> <td><math>\epsilon</math></td> <td><math>\Sigma</math></td> <td><math>\rho</math></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>						$\rho$	$\sigma$	$\epsilon$	$\Sigma$	$\rho$	1	2	3	4	5
$\rho$	$\sigma$	$\epsilon$	$\Sigma$	$\rho$	1	2	3	4	5								

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
	характеристики полезного ископаемого	Р класса, мм	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %
		-3,0+2,2	11,5	44,1	41,0	1,1	12,0	4,5	12,0	5,2	12,0	14,4
		-2,2+1,6	19,0	48,3	73,5	1,5	25,0	4,1	30,0	4,8	18,0	17,5
		-1,6+1,0	38,5	51,8	38,5	1,6	47,0	3,8	47,0	3,2	46,0	18,3
		-1,0+0,5	23,0	55,1	20,0	2,1	19,0	5,3	19,5	4,2	32,0	21,1
		-0,5+0,1	45,0	56,6	18,0	1,7	33,0	6	33,0	5,2	45,0	20,5
		-0,1+0,04	53,0	62,0	24,0	1,8	36,0	6,6	38,0	6	32,0	28,3
		-0,040+0	30,0	65,0	50,0	2,4	28,0	7,2	30,5	4,3	45,0	35,0
		Итого:										
<b>ПК-4 готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах</b>												
Знать	основные понятия методов, способов и средств получения сырья и концентратов при переработки полезных ископаемых	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность, главные особенности и классификация флотационных процессов.</li> <li>2. Основные факторы, влияющие на технологию флотации.</li> <li>3. Теоретические основы обогащения по форме и трению.</li> <li>4. Оборудование для обогащения по трению и форме.</li> <li>5. Факторы, влияющие на эффективность обогащения по трению.</li> <li>6. Практика обогащения по форме и трению.</li> <li>7. Теоретические основы обогащения по упругости.</li> <li>8. Оборудование для обогащения по упругости.</li> </ol>										
Уметь	выбирать технологию производства работ по	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> Составить схему и реагентный режим для флотации руды;										

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	обогащению полезных ископаемых, применять способы и средства для получения кондиционных концентратов	Расчет сепараторов для обогащения по упругости и трению; Компоновка сепараторов в отделении обогащения; Обработка результатов эксперимента.
Владеть	способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов флотационного проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования	<p><b>Решить задачу:</b>            Определить технологические показатели флотационного обогащения медной руды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выход медного концентрата,</li> <li>- выход хвостов,</li> <li>- массу хвостов,</li> <li>- извлечение меди в медный концентрат,</li> <li>- извлечение меди в хвосты для условий, указанных в табл.</li> </ul> <p>Результаты расчета технологических показателей оформить в виде стандартной таблицы.            Определить марку медного концентрата из табл.</p>
<b>ПК-5 готовностью демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации</b>		
Знать	научные методы и	<b>Перечень теоретических вопросов к зачетам:</b>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнитное поле и его свойства. Напряженность магнитного поля. Магнитная индукция.</li> <li>2. Классификация магнитных систем. Характеристика магнитных систем.</li> <li>3. Магнитные поля сепараторов для обогащения сильно и слабомагнитных руд.</li> <li>4. Классификация минералов по магнитным свойствам.</li> <li>5. Магнитная восприимчивость, интенсивность намагничивания минералов.</li> <li>6. Магнитные свойства сильномагнитных минералов.</li> <li>7. Магнитные свойства слабомагнитных минералов.</li> </ol> <p><b>Перечень теоретических вопросов к экзаменам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность, главные особенности и классификация флотационных процессов.</li> <li>2. Сущность, главные особенности и классификация флотационных реагентов.</li> <li>3. Промышленные требования к качеству полезных ископаемых.</li> <li>4. Ценность полезных ископаемых.</li> <li>5. Понятие об обогащении.</li> <li>6. Основные задачи гравитационного обогащения, последовательность и методы их решения.</li> <li>7. Основные этапы выбора обогащения.</li> <li>8. Факторы, влияющие на обогащение полезных ископаемых гравитационным методом.</li> </ol>
Уметь	<p>применять научные методы и мероприятия по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>Составить схему и реагентный режим для флотации руды</p> <p>Составить схему для гравитационного обогащения руды</p> <p>Составить схему для магнитного обогащения руды</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	переработке твердых полезных ископаемых	
Владеть	навыками применения научных методов и мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	<p><b>Решить задачи:</b>  Какой будет концентрация раствора сульфата меди, полученного при растворении 10 г медного купороса (<math>\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}</math>) в 300 мл воды?  Раствор какой концентрации (%) получится при растворении 0.01 моля <math>\text{CuSO}_4</math> в 100 г воды?</p>
<b>ПК-12 готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- возможные нарушения производственных процессов;</li> <li>- оперативные и текущие показатели производства;</li> <li>- направления совершенствования организации производства</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену в 6 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы определения магнитных свойств минералов.</li> <li>2. Динамика движения руды в сепараторах с верхней подачей материала.</li> <li>3. Динамика движения руды в сепараторах с нижней подачей материала.</li> <li>4. Классификация магнитных сепараторов, их маркировка.</li> <li>5. Сепараторы для сухого обогащения сильномагнитных руд. Железоотделители. Устройство, регулировка.</li> <li>6. Сепараторы для мокрого обогащения сильномагнитных руд. Устройство, регулировка.</li> <li>7. Сепараторы для сухого и мокрого обогащения слабомагнитных руд.</li> </ol> <p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену в 7 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элементарный акт процесса пенной флотации.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Скорость и селективность флотации. 3. Флотация частиц различной крупности</p> <p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету в 9 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теоретические основы избирательного дробления и измельчения.</li> <li>2. Оборудование для избирательного дробления и измельчения.</li> <li>3. Декрипитация, способы осуществления.</li> <li>4. Практика обогащения с использованием избирательного разрушения.</li> <li>5. Сортировка, виды сортировки. Эмиссионные методы.</li> </ol> <p><b>Примерный тест для оценки знаний</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостатки гидроциклонов. <ol style="list-style-type: none"> <li>e) Высокое энергопотребление и быстрый износ.</li> <li>f) Малая производительность.</li> <li>g) Занимают значительную производительность площадь.</li> <li>h) Невозможность классификации тонкозернистого материала.</li> </ol> </li> <li>2. Чему равна максимальная плотность суспензии? <ol style="list-style-type: none"> <li>e) Половина плотности утяжелителя.</li> <li>f) Плотности утяжелителя.</li> <li>g) Половине суммы плотностей утяжелителя и воды.</li> <li>h) Половине разности плотности утяжелителя и воды.</li> </ol> </li> <li>3. Недостатки пневматического обогащения. <ol style="list-style-type: none"> <li>e) Низкая эффективность, большое пылеобразование и ограниченная крупность обогащаемого материала.</li> </ol> </li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		f) Высокие капитальные затраты. g) Отсутствие водно-шламового хозяйства. h) Продукты обогащения сухие. 4. Главная особенность работы центробежных концентратов. e) Необходимость высокого разжижения пульпы. f) Высокая энергоемкость. g) Высокое ускорение при вращении ротора. Необходимость подачи пульпы с малым разжижением.
Уметь	- вести первичный учет выполняемых работ; - анализировать оперативные и текущие показатели производства, - обосновывать предложения по совершенствованию организации производства	<p><b>Примерные практические задания для экзамена в 6 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет магнитных и электрических сепараторов;</li> <li>2. Компоновка сепараторов в отделении обогащения;</li> <li>3. Обработка результатов эксперимента;</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для экзамена в 7 семестре:</b></p> <p>Составить схему и реагентный режим для флотации руды</p> <p><b>Примерный тест для оценки знаний в 8 семестре:</b></p> <p>1 В чем состоит отличие гравитационных процессов обогащения?</p> <p>А) различие в смачивании частиц водой          В) различие в скоростях движения под действием плотности и крупности частиц          С) различие в цвете и форме частиц          D) различие в магнитных свойствах частиц          E) различие в электрических свойствах частиц</p> <p>2 Для какого сырья применяются гравитационные методы обогащения?</p> <p>А) руд черных металлов          В) полезных ископаемых с близкой плотностью</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>С) окисленных и смешанных полиметаллических руд  D) тонковкрапленных медно-цинковых руд  E) шламов цветных, редких и благородных металлов</p> <p>3 На какие группы делятся гравитационные процессы?  A) разделение на жировых поверхностях  B) расслоение смеси частиц в криволинейных потоках  C) разделение частиц по форме поверхности  D) разделение по блеску и цвету частиц  E) разделение частиц в магнитных и электрических полях</p> <p>4 К числу гравитационных методов относятся:  A) пенная сепарация  B) пневматическая сепарация  C) радиометрическая сепарация  D) диэлектрическая сепарация  E) магнитная сепарация</p> <p>5 Гравитационные процессы проводятся в следующих средах:  A) газовая среда  B) кислотная среда  C) тяжелая среда  D) электролитная среда  E) щелочная среда</p>
Владеть	- навыками принятия решений по устранению	<p><b>Решить задачу:</b>  Определить массовую долю меди в концентрате, состоящем из пирита и минералов,</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>возможных нарушений производственных процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками ведения первичного учета выполняемых работ;</li> <li>- методиками определения оперативных и текущих показателей производства;</li> <li>- навыками обоснования предложений по совершенствованию организации</li> </ul>	указанных в таблице (по заданию)
<b>ПК-18 владением навыками организации научно-исследовательских работ</b>		
Знать	основные принципы проведения научно-исследовательских работ	<p><b>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пробирный анализ. Методика проведения пробирного анализа.</li> <li>2. Химический титриметрический анализ.</li> <li>3. Рентгеновский флюоресцентный анализ.</li> <li>4. Микроскопический минералогический анализ с автоматическим анализом изображений.</li> </ol>
Уметь	Выбирать необходимые методики исследования и выполнять их практически	<p><b>Примеры тестовых вопросов</b></p> <p>Какие из нижеперечисленных методов относятся к неразрушающим методам элементного анализа состава пробы?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>А) химический,</li> <li>Б) спектральный,</li> <li>В) рентгенофлюоресцентный;</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																																																														
		Г) активационный, Д) ни один из перечисленных.																																																																																																																														
Владеть	навыками сбора, обработки, анализ и систематизации научно-технической информации по заданной теме	<p><b>Примерные задачи:</b> Рассчитать результаты магнитного анализа минерального сырья с распределением ценного компонента по классам крупности. Рассчитать <math>\gamma</math>, <math>\alpha_f</math>, <math>\epsilon</math> для фракции 115 ÷ 70 кА/м в классе -3+0 мм.</p> <p>Исходные данные по вариантам</p> <table border="1" data-bbox="775 647 2033 1257"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Размер класса, мм</th> <th rowspan="2">Напряженность, кА/м</th> <th rowspan="2"><math>\gamma_{кл}</math> %</th> <th rowspan="2"><math>\gamma_{фк}</math> %</th> <th rowspan="2"><math>\alpha_f</math> %</th> <th colspan="3">Вариант 1</th> <th colspan="3">Вариант 2</th> <th colspan="2">Вариант 3</th> </tr> <tr> <th><math>\gamma_{кл}</math> %</th> <th><math>\gamma_{фк}</math> %</th> <th><math>\alpha_f</math> %</th> <th><math>\gamma_{кл}</math> %</th> <th><math>\gamma_{фк}</math> %</th> <th><math>\alpha_f</math> %</th> <th><math>\gamma_{кл}</math> %</th> <th><math>\gamma_{фк}</math> %</th> <th><math>\alpha_f</math> %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">-3+1</td> <td>&gt;115</td> <td rowspan="4">37</td> <td rowspan="4">45</td> <td rowspan="4">63</td> <td rowspan="4">25</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">20</td> <td rowspan="4">13</td> <td rowspan="4">75</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">80</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">15</td> <td rowspan="4">15</td> <td rowspan="4">20</td> <td rowspan="4">12</td> <td rowspan="4">80</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">18</td> <td rowspan="4">15</td> </tr> <tr> <td>115÷70</td> <td>35</td> <td>25</td> <td>40</td> <td>33</td> <td>17</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>&lt;70</td> <td>45</td> <td>63</td> <td>45</td> <td>61</td> <td>70</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>100</td> <td></td> <td>100</td> <td></td> <td>100</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">-1+0</td> <td>&gt;115</td> <td rowspan="4">63</td> <td rowspan="4">30</td> <td rowspan="4">36</td> <td rowspan="4">75</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">25</td> <td rowspan="4">15</td> <td rowspan="4">75</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">80</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">20</td> <td rowspan="4">12</td> <td rowspan="4">30</td> <td rowspan="4">32</td> <td rowspan="4">80</td> <td rowspan="4">100</td> <td rowspan="4">22</td> <td rowspan="4">38</td> </tr> <tr> <td>115÷70</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>30</td> <td>32</td> <td>60</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>&lt;70</td> <td>45</td> <td>64</td> <td>50</td> <td>65</td> <td>60</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Итого</td> <td>100</td> <td></td> <td>100</td> <td></td> <td>100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-3+0</td> <td></td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Размер класса, мм	Напряженность, кА/м	$\gamma_{кл}$ %	$\gamma_{фк}$ %	$\alpha_f$ %	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		$\gamma_{кл}$ %	$\gamma_{фк}$ %	$\alpha_f$ %	$\gamma_{кл}$ %	$\gamma_{фк}$ %	$\alpha_f$ %	$\gamma_{кл}$ %	$\gamma_{фк}$ %	$\alpha_f$ %	-3+1	>115	37	45	63	25	100	20	13	75	100	80	100	15	15	20	12	80	100	18	15	115÷70	35	25	40	33	17	40	<70	45	63	45	61	70	62	Итого	100		100		100		-1+0	>115	63	30	36	75	100	25	15	75	100	80	100	20	12	30	32	80	100	22	38	115÷70	30	36	30	32	60	64	<70	45	64	50	65	60	64	Итого	100		100		100		-3+0		100			100			100											
Размер класса, мм	Напряженность, кА/м	$\gamma_{кл}$ %						$\gamma_{фк}$ %	$\alpha_f$ %	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3																																																																																																																
			$\gamma_{кл}$ %	$\gamma_{фк}$ %	$\alpha_f$ %	$\gamma_{кл}$ %	$\gamma_{фк}$ %			$\alpha_f$ %	$\gamma_{кл}$ %	$\gamma_{фк}$ %	$\alpha_f$ %																																																																																																																			
-3+1	>115	37	45	63	25	100	20	13	75	100	80	100	15	15	20	12	80	100	18	15																																																																																																												
	115÷70																				35	25	40	33	17	40																																																																																																						
	<70																				45	63	45	61	70	62																																																																																																						
	Итого																				100		100		100																																																																																																							
-1+0	>115	63	30	36	75	100	25	15	75	100	80	100	20	12	30	32	80	100	22	38																																																																																																												
	115÷70																				30	36	30	32	60	64																																																																																																						
	<70																				45	64	50	65	60	64																																																																																																						
	Итого																				100		100		100																																																																																																							
-3+0		100			100			100																																																																																																																								
<b>ПК-19 готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов</b>																																																																																																																																
Знать	- теоретические основы гравитационного,	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену в 6 семестре:</b> 1. Высокоградиентные сепараторы и сепараторы с магнитными системами из																																																																																																																														

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>флотационного, магнитного, электрического и специальных методов обогащения;</p> <p>- современные процессы обогащения твердых полезных ископаемых в различных средах;</p> <p>- области применения каждого из обогатительных процессов и практику обогащения различных видов минерального сырья;</p> <p>- основное оборудование для каждого процесса, его устройство, регулировку, достоинства и недостатки, производителей оборудования</p>	<p>редкоземельных сплавов.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Вспомогательное оборудование для магнитного обогащения.</li> <li>3. Подготовка руды к магнитной сепарации.</li> <li>4. Производительность магнитных сепараторов, факторы, влияющие на эту величину.</li> <li>5. Технология обогащения сильномагнитных руд.</li> <li>6. Технология обогащения слабомагнитных руд.</li> <li>7. Технология обезжелезнения нерудного сырья и обогащение вторичного сырья.</li> </ol> <p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену в 7 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология флотационного процесса. Современные тенденции развития.</li> <li>2. Роль и место флотационных методов обогащения при переработке углей, руд черных, цветных и редких металлов.</li> </ol> <p><b>Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену в 8 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль и значение гравитационных процессов на обогатительных фабриках. Классификация гравитационных процессов.</li> <li>2. Роль воды в обогащении полезных ископаемых.</li> <li>3. Назначение гравитационных процессов при обогащении твердых полезных ископаемых.</li> <li>4. Свойства минеральных частиц, подвергающихся гравитационному обогащению</li> <li>5. Свойства сред, применяемых в гравитационных процессах.</li> <li>6. Виды сопротивления среды движущимся телам. Кривая Рейлея.</li> <li>7. Влияние формы зерен и температуры воды на конечную скорость падения.</li> <li>8. Определение конечной скорости падения зерен крупностью менее 0,1 мм.</li> <li>9. Определение конечной скорости падения зерен крупностью 2 – 0,1 мм.</li> <li>10. Определение конечной скорости падения зерен крупностью более 2 мм</li> <li>11. Определение конечной скорости падения зерен по первому параметру Лященко.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>12. Равнопадающие зерна и коэффициент равнопадаемости. Практическое применение коэффициента равнопадаемости.</p> <p>13. Определение коэффициента равнопадаемости для зерен менее 0,1 мм.</p> <p>14. Определение коэффициента равнопадаемости зерен крупностью 2 – 0,1 мм.</p> <p>15. Определение коэффициента равнопадаемости зерен более 2 мм.</p> <p>16. Определение коэффициента равнопадаемости и размеров равнопадающих зерен по второму параметру Лященко.</p> <p>17. Определение конечной скорости падения зерен в универсальной форме.</p> <p>18. Стесненное движение тел. Гипотезы и конечная скорость падения тел.</p> <p>19. Фракционный анализ. Методика выполнения и порядок обработки результатов. Способы оценки степени обогатимости углей.</p> <p>20. Седиментационный анализ.</p> <p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету в 9 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Абсорбционные методы.</li> <li>2. Контрастность и другие факторы, влияющие на эффективность методов.</li> <li>3. Оборудование для сортировки.</li> <li>4. Практика применения радиометрической сортировки.</li> <li>5. Обжиг, виды обжига.</li> <li>6. Основные параметры процесса обжига.</li> </ol>
Уметь	<p>- разрабатывать проектные инновационные решения по переработке твердых полезных ископаемых;</p> <p>- выбирать и рассчитывать</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена в 6 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет магнитных и электрических сепараторов;</li> <li>2. Компоновка сепараторов в отделении обогащения;</li> <li>3. Обработка результатов эксперимента;</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для экзамена в 7 семестре:</b></p> <p>Составить схему и реагентный режим для флотации руды</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>технологические схемы обогащения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать скорости движения тел в средах;</li> <li>- оценивать эффективность переработки использованием магнитного и электрического метода;</li> <li>- компоновать основное и вспомогательное оборудование для магнитного и электрического обогащения;</li> <li>- определять целесообразность использования различных обогатительных процессов для конкретных условий;</li> <li>- анализировать эффективность работы аппаратов и процессов.</li> </ul>	<p><b>Примерные практические задания к экзамену в 8 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить по методу Лященко П.В. конечную скорость падения зерна шарообразной формы в воде диаметром 3 мм и плотностью 2600 кг/м<sup>3</sup>.</li> <li>2. Определить по методу Лященко П.В. размеры равнопадающих зерен с плотностями 1800 и 2600 кг/м<sup>3</sup> и коэффициент равнопадаемости, если конечная скорость их падения составляет 0,3 м/с.</li> <li>3. Определить количество утяжелителя плотностью 4500 кг/м<sup>3</sup>, необходимое для приготовления 3 м суспензии плотностью 2000 кг/м<sup>3</sup>.</li> <li>4. Определить по методу Лященко П.В. размеры равнопадающих зерен с плотностями 1800 и 2600 кг/м<sup>3</sup> и коэффициент равнопадаемости, если конечная скорость их падения составляет 0,3 м/с.</li> <li>5. По кривым обогатимости определить теоретические показатели обогащения (<math>\gamma_{к.т}</math>, <math>\gamma_{п.п}</math>, <math>\gamma_{хв}</math>, <math>A_{п.п}^c</math> и плотности разделения), если зольность концентрата 8 %, а породы 60 %.</li> <li>6. Определить конечную скорость свободного падения зерна кварца диаметром 5 мм в воде.</li> <li>7. Определить скорость свободного падения угольного зерна крупностью 0,1 мм, падающего в воздухе плотностью 1,21 кг/м<sup>3</sup>. Плотность угля принять 1400 кг/м<sup>3</sup>, вязкость воздуха <math>0,02 \cdot 10^{-3}</math> Па·с.</li> <li>8. Определить скорость свободного падения зерна магнетита крупностью 1 мм при падении в воде.</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разработки проектных инновационных решений по переработке твердых</li> </ul>	<p><b>Решить задачу:</b></p> <p>Рассчитать технологические показатели обогащения флотационного цеха. Результаты представить в таблице. Исходные данные: массовая доля Cu в руде – 0,9 %, в концентрате – 20 %, в хвостах – 0,1 %.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>полезных ископаемых; - основными методиками экспериментального определения параметров различных обогатительных процессов и параметров оборудования для обогатительных процессов, навыками обработки полученных экспериментальных данных - основными методиками разработки проектных решений отделений обогащения на обогатительных фабриках.</p>	<p><b>Вопросы для подготовки к экзамену в 6 семестре:</b> Подготовка руды к магнитной сепарации. Технология обогащения сильномагнитных руд. Технология обогащения слабомагнитных руд. Технология обезжелезнения нерудного сырья и обогащение вторичного сырья.</p> <p><b>Вопросы для подготовки к зачету в 9 семестре:</b> Методика расчета качественно-количественных схем; Методика расчета водно-шламовых схем; Методика расчета основного оборудования для специальных методов обогащения.</p>
<p><b>ПК-20 умением разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ</b></p>		
Знать	<p>требования охраны труда и правила безопасности при ведении технологических</p>	<p>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету: 1. Плотность минералов. Методы определения плотности. 2. Определение твердости минералов (метод Бринелля, метод Роквелла, метод</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																													
	процессов, технические характеристики оборудования (основного и вспомогательного); организацию обеспечения безопасного технологического процесса обогащения	Виккерса).																																																													
Уметь	пользоваться безопасными приемами производства работ; обеспечивать условия труда, предотвращающие травматизм, профессиональные заболевания	<p><b>Примеры тестовых вопросов</b></p> <p>Единица измерения плотности.</p> <p>а) кг/м<sup>3</sup>,</p> <p>б) %,</p> <p>в) м<sup>3</sup>/кг,</p> <p>г) г/м<sup>3</sup>.</p>																																																													
Владеть	навыками разработки мероприятий для улучшения условий труда	<p><b>Примерные задачи:</b></p> <p>Рассчитать результаты гравитационного анализа минерального сырья с распределением ценного компонента по классам крупности.</p> <table border="1" data-bbox="752 1134 2051 1401"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Размер класса, мм</th> <th rowspan="2">Плотность фракции, кг/м<sup>3</sup></th> <th colspan="3">Вариант 1</th> <th colspan="3">Вариант 2</th> <th colspan="3">Вариант 3</th> </tr> <tr> <th>γ<sub>к</sub>, %</th> <th>γ<sub>ф.к</sub>, %</th> <th>α<sub>ф</sub>, %</th> <th>γ<sub>к</sub>, %</th> <th>γ<sub>ф.к</sub>, %</th> <th>α<sub>ф</sub>, %</th> <th>γ<sub>к</sub>, %</th> <th>γ<sub>ф.к</sub>, %</th> <th>α<sub>ф</sub>, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">-10+ 6</td> <td>&lt;2700</td> <td></td> <td>19</td> <td>2,5</td> <td></td> <td>37</td> <td>5,1</td> <td></td> <td>10</td> <td>3,1</td> </tr> <tr> <td>2700-2900</td> <td>43</td> <td>27</td> <td>13</td> <td>28</td> <td>15</td> <td>24,4</td> <td>27</td> <td>29</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>2900-3100</td> <td></td> <td>41</td> <td>31</td> <td></td> <td>18</td> <td>39,6</td> <td></td> <td>48</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>&gt;3100</td> <td></td> <td>13</td> <td>48</td> <td></td> <td>30</td> <td>57,1</td> <td></td> <td>13</td> <td>52</td> </tr> </tbody> </table>	Размер класса, мм	Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3			γ <sub>к</sub> , %	γ <sub>ф.к</sub> , %	α <sub>ф</sub> , %	γ <sub>к</sub> , %	γ <sub>ф.к</sub> , %	α <sub>ф</sub> , %	γ <sub>к</sub> , %	γ <sub>ф.к</sub> , %	α <sub>ф</sub> , %	-10+ 6	<2700		19	2,5		37	5,1		10	3,1	2700-2900	43	27	13	28	15	24,4	27	29	17	2900-3100		41	31		18	39,6		48	33	>3100		13	48		30	57,1		13	52
Размер класса, мм	Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3																																																							
		γ <sub>к</sub> , %	γ <sub>ф.к</sub> , %	α <sub>ф</sub> , %	γ <sub>к</sub> , %	γ <sub>ф.к</sub> , %	α <sub>ф</sub> , %	γ <sub>к</sub> , %	γ <sub>ф.к</sub> , %	α <sub>ф</sub> , %																																																					
-10+ 6	<2700		19	2,5		37	5,1		10	3,1																																																					
	2700-2900	43	27	13	28	15	24,4	27	29	17																																																					
	2900-3100		41	31		18	39,6		48	33																																																					
	>3100		13	48		30	57,1		13	52																																																					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
			<2700		23	4,5		28	3,9		18	4,7
		-6 +3	2700-2900	37	19	19	58	19	19	51	31	20
			2900-3100		27	40		20	28,4		14	32
			>3100		31	52		33	59,5		37	57
		-3 +0	-	20	-	36	14	-	21	22	-	27
		Итого	-	100	-	-	100	-	-	100	-	
<b>ПК-22 готовностью работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования месторождений твердых полезных ископаемых, технологий эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации подземных объектов, оценке экономической эффективности горных и горно-строительных работ, производственных, технологических, организационных и финансовых рисков в рыночных условиях</b>												
Знать	основы моделирования процессов и аппаратов для разработки технологий при переработке твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации сооружений для переработки полезных ископаемых	Перечень тем и заданий для подготовки к зачету: 1. Рентгенографический количественный фазовый анализ. 2. Рентгеноструктурный анализ. 3. Люминесцентный анализ.										
Уметь	применять программные продукты общего и специального назначения для моделирования технологий переработки твердых полезных ископаемых, при строительстве и	<b>Примеры тестовых вопросов</b> Какого вида влаги не существует? а) конституционная, б) гигроскопическая, в) капиллярная вода, г) все перечисленные виды существуют.										

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	эксплуатации	
Владеть	навыками применения программных продуктов общего и специального назначения для моделирования технологий переработки твердых полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации	<p><b>Примерные задачи:</b></p> <p>Определить массовую долю влаги <math>W</math> с точностью до второго десятичного знака, если массы противня с навеской соответственно до и после высушивания составляют <math>X</math> и <math>Y</math> кг, а масса самого противня <math>Z</math>, кг</p> <p>Осуществить минералогический анализ порошковых материалов оптическо-минералогическим методом с использованием анализатора Минерал С7.</p>
<b>ПСК-6-1 способностью анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород</b>		
Знать	основные научно-технические проблемы обогащения и комплексного использования полезных ископаемых	<p>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Относительная твердость минералов. Шкала Мооса.</li> <li>2. Определение измельчаемости руд.</li> <li>3. Абразивность руд. Определение абразивности руд.</li> </ol>
Уметь	анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород	<p><b>Примеры тестовых вопросов</b></p> <p><b>Упругие свойства это...</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) свойства, определяющие величины разрушающих нагрузок в породах,</li> <li>б) свойства, проявляющиеся при нагрузках, превышающих предел упругости породы, после снятия, которых порода уже не полностью восстанавливает исходную форму и размеры,</li> <li>в) способность породы восстанавливать первоначальную форму и объем после прекращения действия внешних усилий,</li> <li>г) свойства, позволяющие оценивать изменения деформаций, напряжений во времени при</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		длительных воздействиях нагрузок.
Владеть	основными методиками, позволяющими получать сведения о свойствах и характеристиках минерального сырья	<p><b>Примерные задачи:</b>            Определить степень сыпучести минерального сырья, если масса пробы составляет <math>m = 6</math> кг, а продолжительность высыпания <math>t = 24</math> с.</p>
<p><b>ПСК-6-4 способностью разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик</b></p>		
Знать	<p>- методы измерения физических характеристик: крепости и абразивности, сыпучести и насыпной плотности и т.д., взаимосвязь между физико-механическими, технологическими свойствами полезных ископаемых, их структурно-механическими особенностями и применяемыми методами их обогащения;</p> <p>- современные проекты по переработке минерального и техногенного сырья и</p>	<p><b>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету в 5 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крепость пород. Определение крепости пород.</li> <li>2. Укажите предельные интервалы изменения коэффициента крепости пород.</li> <li>3. В чем заключается сущность метода определения коэффициента крепости?</li> <li>4. В каких случаях допускается возможность первичного определения прочностных свойств пород грубыми методами (метод уплотнения, метод Протодяконова)?</li> <li>5. В чем заключается физический смысл коэффициента крепости по Протодяконову?</li> <li>6. Как перевести коэффициент крепости в предел прочности пород при сжатии?</li> <li>7. В каких сферах деятельности используются прочностные характеристики горных пород?</li> <li>8. По какому признаку выделены категории крепости горных пород в шкале М.М. Протодяконова?</li> <li>9. Определение дробимости руд.</li> <li>10. Определение индекса Бонда при дроблении</li> </ol> <p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену в 6 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эксплуатация магнитных сепараторов, компоновка оборудования в цехах магнитного обогащения.</li> <li>2. Электрическое поле и его свойства. Напряженность поля.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>методологию их проектирования;</p> <p>- технологические схемы и организацию производства на обогатительных фабриках;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Способы зарядки частиц.</li> <li>4. Классификация минералов по электрическим свойствам.</li> <li>5. Электрическая проводимость и диэлектрическая проницаемость минералов.</li> <li>6. Методы определения электрических свойств минералов.</li> <li>7. Классификация способов электросепарации.</li> </ol> <p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену в 7 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные факторы, влияющие на технологию флотации.</li> <li>2. Классификация флотомашин и требования, предъявляемые к ним.</li> <li>3. Выбор, расчет и компоновка основного и вспомогательного флотационного оборудования</li> </ol> <p><b>Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену в 8 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидравлическая классификация: назначение операции на обогатительных фабриках. Гидравлическая классификация в восходящем, горизонтальном, комбинированном потоках.</li> <li>2. Отсадка: принцип разделения, области применения. Циклы отсадки.</li> <li>3. Способы разгрузки тяжелой фракции из отсадочных машин.</li> <li>4. Факторы, влияющие на процесс отсадки.</li> <li>5. Обогащение в тяжелых средах: принцип разделения, области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>6. Свойства утяжелителей и тяжелых суспензий. Приготовление и регенерация суспензий.</li> <li>7. Промывка: назначение операции, области применения. Промывистость руд и песков.</li> <li>8. Обогащение в потоке воды, текущем по наклонной плоскости. Теоретические основы перемещения частиц в безнапорном слабонаклонном потоке воды.</li> <li>9. Обогащение на шлюзах: общие сведения, области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>10. Механизм разделения частиц на концентрационных столах.</li> <li>11. Обогащение на винтовых сепараторах: принцип разделения, области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>12. Обогащение в струйных аппаратах.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>13. Обогащение в центробежных аппаратах: общие сведения, области применения  Пневматическое обогащение: общие сведения, области применения, достоинства и недостатки. Особенности пневматического обогащения.</p> <p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету в 9 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оборудование для обжига.</li> <li>2. Подготовка руды к выщелачиванию.</li> <li>3. Теоретические основы процесса растворения.</li> <li>4. Растворители для выщелачивания.</li> <li>5. Классификация процессов растворения.</li> <li>6. Применяемое оборудование для выщелачивания.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать метод обогащения в зависимости от физических и физико-химических свойств полезных ископаемых;</li> <li>- разрабатывать и реализовывать проекты производства по переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования;</li> <li>- рассчитывать производительность и определять параметры оборудования для всех</li> </ul>	<p><b>Примеры тестовых вопросов</b></p> <p>По какой формуле определяется коэффициент крепости?</p> <p>А) <math>f = A/V_m</math>,</p> <p>Б) <math>f = V_m / A</math>,</p> <p>В) <math>f = 5Hmn</math>,</p> <p>Г) <math>A/5Hmn</math>,</p> <p>Д) ни одна из формул не верна.</p> <p><b>Примерные практические задания для экзамена в 6 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет магнитных и электрических сепараторов;</li> <li>2. Компоновка сепараторов в отделении обогащения;</li> <li>3. Обработка результатов эксперимента;</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для экзамена в 7 семестре:</b></p> <p>Составить схему и реагентный режим для флотации руды</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	процессов обогащения	<p><b>Примерные практические задания для экзамена в 8 семестре:</b>            Расчет технологических схем обогатительных фабрик для обогащения хромовых руд.            Расчет технологических схем обогатительных фабрик для обогащения угля.</p> <p><b>Примерные практические задания для зачета в 9 семестре:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет оборудования для выщелачивания;</li> <li>2. Расчет оборудования для окомкования;</li> <li>3. Расчет технологического баланса продуктов растворения;</li> </ol>
Владеть	<p>- основными методиками определения свойств горных пород, строительных материалов и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях и навыками обработки полученных экспериментальных данных;</p> <p>- принципами формирования генерального плана обогатительных фабрик;</p> <p>- компоновочными решениями отделений обогатительных фабрик;</p> <p>- методиками расчета производительности обогатительных</p>	<p><b>Примерные задачи (5 семестр):</b>            Определить дробимость (Др, %) фракции щебня крупностью 30 мм, если масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы щебня составила X г, а масса аналитической пробы щебня У г.            Определить дробимость (Др, %) фракции щебня крупностью 15 мм, если масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы щебня составила X г, а масса аналитической пробы щебня У г.</p> <p><b>Решить задачу:</b>            Определить требуемый объем и количество камер флотационных машин для условий, указанных в таблице (по заданию).</p> <p><b>Примерные практические задания к экзаменационному билету (8 семестр):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать размер максимальных зерен взвеси, уходящих в слив отстойника, если их гидравлическая крупность 1,1 мм/с, а плотность 3 г/см<sup>3</sup>.</li> <li>2. Рассчитать гидравлическую крупность зерен взвеси в условиях свободного осаждения в воде, если эквивалентный диаметр осаждающихся частиц 10 мкм, а плотность частиц 3,4 г/см<sup>3</sup>.</li> <li>3. Рассчитать крупность максимальных частиц, уходящих в слив отстойника, если их гидравлическая крупность 0,8 мм/с, а плотность осаждающихся частиц 3,5 г/м<sup>3</sup>.</li> <li>4. Определить массу магнетитового утяжелителя для приготовления 1 м<sup>3</sup> суспензии</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	отделений; - методики определения параметров оборудования для обогащения на обогатительных фабриках; - основами современных методов проектирования отделений обогащения обогатительных фабрик.	плотностью 1400 кг/м <sup>3</sup> , если плотность магнетита 4500 кг/м <sup>3</sup> . 5. Определить количество утяжелителя и воды для приготовления 100 м <sup>3</sup> ферросилициевой суспензии плотностью 2700 кг/м <sup>3</sup> при плотности утяжелителя 6300 кг/м <sup>3</sup> . 6. Определить сколько магнетита нужно добавить в суспензию с плотностью 1400 кг/м <sup>3</sup> , чтобы довести ее плотность до 1480 кг/м <sup>3</sup> , если плотность утяжелителя 4700 кг/м <sup>3</sup> . Определить вязкость суспензии, если ее плотность 1480 кг/м <sup>3</sup> , а плотность утяжелителя 5000 кг/м <sup>3</sup> .
<b>ПСК-6-5 готовностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств</b>		
Знать	- современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену 6 семестр:</b> 1. Сепараторы для электростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка. 2. Сепараторы для трибоэлектростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка. 3. Сепараторы для коронной сепарации. 4. Сепараторы для трибоадгезионной сепарации. 5. Диэлектрическая сепарация. 6. Подготовка руды к электрической сепарации. 7. Производительность электрических сепараторов, факторы, влияющие на эту величину. 8. Технология обогащения руд электрической сепарацией. 9. Технология обогащения вторичного сырья. 10. Эксплуатация электрических сепараторов, компоновка оборудования в цехах электрического обогащения.  <b>Перечень теоретических вопросов к экзамену 7 семестр:</b> 1. Основные факторы, влияющие на технологию флотации. 2. Технологические схемы и реагентные режимы флотации руд цветных, черных металлов и неметаллического сырья.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>Примерный перечень теоретических вопросов к экзамену 8 семестр:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конструкция и принцип работы механического (спирального) классификатора. Регулировка спиральных классификаторов.</li> <li>2. Конструкция и принцип работы гидроциклона. Основные параметры, влияющие на работу гидроциклонов.</li> <li>3. Конструкции и принцип работы конусного и многокамерного гидравлических классификаторов. Области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>4. Диафрагмовые отсадочные машины: принцип работы, область применения. Схемы диафрагмовых отсадочных машин.</li> <li>5. Беспоршневые отсадочные машины: принцип работы, преимущества, область применения. Схемы беспоршневых отсадочных машин.</li> <li>6. Конструкции и принцип работы колесных сепараторов для обогащения в водных суспензиях. Области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>7. Конструкции и принцип работы конусных сепараторов для обогащения полезных ископаемых в водных суспензиях. Области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>8. Конструкции и принцип работы барабанных сепараторов для обогащения в водных суспензиях. Области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>9. Конструкция и принцип работы трехпродуктового тяжелосреднего гидроциклона. Область применения.</li> <li>10. Конструкция и принцип работы концентрационного стола. Области применения, достоинства и недостатки. Факторы, влияющие на работу столов.</li> <li>11. Конструкции и принцип работы подвижных шлюзов. Области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>12. Конструкции и принцип работы шлюзов с орбитальным движением дек («Бартлез Мозли» и «Бартлез Кроссбелт»). Области применения, достоинства и недостатки.</li> <li>13. Конструкция и принцип работы винтового сепаратора. Области применения. Факторы, влияющие на процесс винтовой сепарации.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>14. Струйные сепараторы для обогащения полезных ископаемых.</p> <p>15. Конструкции и принцип работы струйного концентратора и конусного сепаратора. Области применения, достоинства и недостатки.</p> <p>16. Конструкции и принцип работы бутары и скруббера. Области применения, достоинства и недостатки.</p> <p>17. Конструкции и принцип работы корытной мойки и башенной мойки. Области применения, достоинства и недостатки.</p> <p>18. Обогащение в безнапорных центробежных концентраторах. Конструкции аппаратов, области применения, достоинства и недостатки.</p> <p>19. Конструкции и принцип работы пневматических сепараторов. Области применения, достоинства и недостатки.</p> <p>20. Конструкция и принцип работы пневматической отсадочной машины. Области применения, достоинства и недостатки.</p> <p>21. Обогащение в аэросуспензиях.</p> <p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету 9 семестр:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Регулирование процесса растворения.</li> <li>2. Бактериальная интенсификация выщелачивания.</li> <li>3. Очистка растворов от механических примесей.</li> <li>4. Способы извлечения компонентов из продуктивных растворов.</li> <li>5. Регенерация растворителей.</li> <li>6. Место гидрометаллургических процессов в технологических схемах обогащения.</li> <li>7. Практика переработки сырья цветных, благородных и редкоземельных металлов гидрометаллургическим методом</li> </ol>
Уметь	- применять информационные технологии и автоматизированные системы при	<p><b>Примерные практические задания для экзамена 6 семестр:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет магнитных и электрических сепараторов;</li> <li>2. Компоновка сепараторов в отделении обогащения;</li> <li>3. Обработка результатов эксперимента;</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для экзамена 7 семестр:</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>проектирования обогатительных производств и, в частности, при расчете качественно-количественных показателей гравитационного обогащения и при проектировании отделений гравитации на обогатительных фабриках</p>	<p>Составить схему и реагентный режим для флотации руды</p> <p><b>Задание 8 семестр:</b>          Расчет технологических схем обогатительных фабрик для обогащения оловянных руд.          Расчет технологических схем обогатительных фабрик для золотосодержащих руд.</p> <p><b>Примерные практические задания для зачета 9 семестр:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет оборудования для выщелачивания;</li> <li>2. Составить схему регенерации растворителя;</li> <li>3. Расчет технологического баланса продуктов растворения;</li> </ol>
Владеть	<p>- методами и методиками современных информационных технологий и автоматизированных систем проектирования обогатительных производств</p>	<p><b>Выполнить задание 7 семестр:</b>          Выбрать и обосновать схему обогащения руды. Сделать расчет качественно-количественной и водошламовой схем, а также основного оборудования (флотомшины, контактные чаны).          Крупность измельченной руды, массовую долю ценного компонента в руде, производительность принять по таблице.          Например: исходные данные: содержание в измельченной руде класса -0,074 мм – 60 %; массовая доля Cu в руде – 1,0 %; рудные минералы– халькопирит (CuFeS<sub>2</sub>), борнит (Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>); производительность флотационной фабрики – 5 млн.т/год.</p> <p><b>Примерные практические задания к экзаменационному билету 8 семестр:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать производительность спирального классификатора для следующих исходных данных: диаметр спирали 2 м, количество спиралей 2, угол наклона днища классификатора 16°, частота вращения спирали 20 мин<sup>-1</sup>, массовая доля в сливе класса крупности минус 0,071 мм 65%, плотность классифицируемого материала 3500 кг/м<sup>3</sup>, требуемое разжижение слива 2,0.</li> <li>2. Рассчитать площадь зеркала пульпы в односпиральном классификаторе с диаметром спирали 2 м.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>3. Рассчитать производительность гидроциклона и количество гидроциклонов с углом конусности 20°, обеспечивающих объемную производительность 900 м<sup>3</sup>/ч и номинальную крупность слива 50 мкм. Давление пульпы на входе в гидроциклон 0,1 МПа.</p> <p>4. Рассчитать производительность диафрагмовой отсадочной машины с рабочей площадью решета 2 м<sup>2</sup> для обогащения золотосодержащей россыпной руды.</p> <p>5. Рассчитать производительность колесного суспензионного сепаратора с шириной ванны 2 м при обогащении угля крупностью -25+6 мм при массовой доле легкой угольной фракции 60% при плотности суспензии 1500 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>Рассчитать производительность одноярусного концентрационного стола с площадью деки 7,5 м<sup>2</sup> для следующих исходных данных: крупность зерен 0,8 мм, плотность руды 3,2 т/м<sup>3</sup>, плотность полезного минерала 12,0 т/м<sup>3</sup>, плотность породы 2,7 т/м<sup>3</sup>.</p>
<p><b>ПСК-6-6 способностью анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции</b></p>		
Знать	технологии обогащения полезных ископаемых; направления создания малоотходных и безотходных технологий; комплексное использование минерального сырья	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену 7 семестр:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность, главные особенности флотационного метода обогащения.</li> <li>2. Назначение флотационных реагентов при флотационном обогащении сырья.</li> </ol>
Уметь	анализировать и разрабатывать схемы обогащения полезных ископаемых, устойчивость технологического процесса и качество	<p><b>Примерные практические задания для экзамена 7 семестр:</b></p> <p>Составить схему и реагентный режим для обогащения тонковкрапленной двухкомпонентной руды</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	выпускаемой продукции.	
Владеть	<p>способностью анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции для создания малоотходных и безотходных технологий.</p>	<p><b>Выполнить задание 7 семестр:</b>          Выбрать и обосновать схему флотации руды. Сделать расчет качественно-количественной и водно-шламовой схем. Крупность измельченной руды, массовую долю ценного компонента в руде, производительность принять по таблице.          Например: исходные данные: содержание в измельченной руде класса -0,074 мм – 80 %; массовая доля Cu в руде – 1,2 %; рудные минералы– халькопирит (CuFeS<sub>2</sub>), ковеллин (CuS); производительность флотационной фабрики – 1,5 млн.т/год.</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Обогащительные процессы» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена, зачета и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам.

Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам обогащения полезных ископаемых.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена и зачета с оценкой:**

– на оценку «отлично»» (5 баллов) – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.;

– на оценку «хорошо»» (4 балла) – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент представляет полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

– на оценку «удовлетворительно»» (3 балла) – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

– на оценку «неудовлетворительно»» (2 балла) – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. у студента, обнаруживаются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, достигнуты принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» являются основанием для получения студентом **зачета** по дисциплине, а оценка «неудовлетворительно» -



**незачтено.**

**Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

на оценку «отлично» (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**а) Основная литература**

1. Козин, В.З. Исследование руд на обогатимость [Текст]: учеб.пособие /В.З.Козин. – Екатеринбург: УГГУ, 2009. – 380с. - ISBN 978-5-8019-0176-3.
2. Зильбершмидт, М.Г. Комплексное использование минеральных ресурсов : учебник : в 2 книгах / М.Г. Зильбершмидт, В.А. Исаев. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Книга 1 — 2016. — 346 с. — ISBN 978-5-87623-947-1. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93632>
3. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В.М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Том 2 : Технологии обогащения полезных ископаемых — 2017. — 312 с. — ISBN 978-5-98672-465-2. —Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111337>
4. Янченко, Г.А. Физика горных пород. Плотностные свойства горных пород и факторы, их определяющие : учебное пособие / Г.А. Янченко. — Москва : МИСИС, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-906953-86-5. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/129076>
5. Ананенко, К.Е. Физические основы и практика магнитных и электрических методов обогащения : учебное пособие / К.Е. Ананенко, А.А. Кондратьева, Д.А. Гольсман. — Красноярск : СФУ, 2017. — 94 с. — ISBN 978-5-7638-3814-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117759> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В. М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва : Горная книга, 2018 — Том 1 : Обогачительные процессы — 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-98672-473-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная

- система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134944> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Кармазин, В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Том 1 Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2017. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111394> .
  8. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Абрамов. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2017. — 600 с. — ISBN 978-5-98672-413-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111390>
  9. Бочаров, В.А. Флотационное обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина, Т.И. Юшина. — Москва : Горная книга, 2017. — 837 с. — ISBN 978-5-98672-414-0. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111386>
  10. Васючков, Ю.Ф. Биотехнология горных работ : учебник / Ю.Ф. Васючков. — Москва : Горная книга, 2011. — 351 с. — ISBN 978-5-98672-269-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66463> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  11. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик [Электронный ресурс] : учебник / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **б) Дополнительная литература**

1. Остапенко, П.Е. Оценка качества минерального сырья [Текст]: учеб.пособие / П.Е. Остапенко, С.П. Остапенко. – М., 2002.
2. Богданов, И.П. Обогащаемость железных руд. Справочное пособие – М.: Недра, 1989.
3. Мелиик-Гайкозян, В.И., Абрамов А.А. и др. Методы исследования флотационного процесса. – М.: Недра, 1990.
4. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследования. Справочник /Под ред. П.Е. Остапенко - М.: Недра, 1996.
5. Справочник по обогащению руд /Под ред. Богданова О.С. –2-е изд., перераб. и доп.- М.: недра, 1983.
6. Пантелеева, Н.Ф. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Магнитные методы обогащения полезных ископаемых. Курс лекций : учебное пособие / Н.Ф. Пантелеева, А.М. Думов. — Москва : МИСИС, 2009. — 105 с. — ISBN 978-5-87623-239-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — <https://e.lanbook.com/book/1845> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Думов, А.М. Оборудование фабрик по переработке минерального сырья : учебное пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. — Москва : МИСИС, 2016. — 224 с. — ISBN 978-5-906846-45-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная

система. — <https://e.lanbook.com/book/108111>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Адамов, Э. В. Технология руд цветных металлов: учебное пособие / Э. В. Адамов. — Москва : МИСИС, 2007. — 515 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47413> Меринов, Н.Ф. Гравитационные методы обогащения: Конспект лекций.: Уч. пособие. – УГГУ. 2005.

9. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Абрамов. — 4-е, изд. — Москва : Горная книга, 2016. — 595 с. — ISBN 978-5-98672-413-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74374>

10. Сорокин, М.М. Флотационные методы обогащения. Химические основы флотации [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.М. Сорокин. — Москва : МИСИС, 2011. — 411 с. — ISBN 978-5-87623-237-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2073>

11. Чижевский, В. Б. Обогащительные процессы. Основы флотационных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - ISBN 978-5-9967-1006-5— Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru>

12. Чижевский В.Б. Минерализация пузырьков воздуха при флотации: Уч. пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2000.

13. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов [Электронный ресурс] / Н.Ф. Пантелеева, А.М. Думов. — Электрон. дан. — М. : Интернет Инжиниринг, 2003. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/>

14. Периодические издания: "Обогащение руд", "Горный журнал", "Горный журнал. Известия высших учебных заведений", реферативный журнал "Горное дело".

#### **в) Методические указания**

1. Физические методы изучения минералов: Лабораторный практикум для студентов специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» дневной и заочной формы обучения. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2009 - 41 с. Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=84856>

2. Чижевский В.Б. Лабораторный практикум. «Флотационный метод обогащения для студентов специальности 130405.65 дневной и заочной форм обучения». - Магнитогорск: МГТУ, 2014 - Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=75767>

3. Чижевский, В.Б. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 130405 дневной и заочной форм обучения. – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2012. – 35 с.

#### **г) Программное обеспечение и интернет – ресурсы**

Наименование ПО	№ договора	Срок действие лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. Информационная система – Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – URL: <http://www.window.edu.ru>.

2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).

3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатории рудоподготовки (032), магнитных и электрических (09), флотационных и гравитационных методов (013).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Флотационные машины; лабораторные мельницы</li> <li>2. Дробильно-измельчительное оборудование.</li> <li>3. Измерительные инструменты.</li> <li>4. Приборы для определения крепости минерального сырья (ПОК, прессы).</li> <li>5. Сушильные шкафы, муфельные печи.</li> <li>6. Химическая посуда.</li> <li>7. Микроскопы</li> <li>8. Трубчатый анализатор</li> <li>9. Установка для обогащения во взвешенном слое</li> <li>10. Установка для определения магнитных свойств минералов</li> <li>11. Открытые постоянные магнитные системы</li> <li>12. Замкнутая электромагнитная система с набором полюсов</li> <li>13. Электрический сепаратор ПС-1</li> <li>14. Магнитный сепаратор для обогащения сильномагнитных руд мокрым способом</li> <li>15. Железоотделитель</li> <li>16. Сепаратор 168СЭМ</li> <li>17. Установка для определения трибозаряда</li> <li>18. Установка для определения скоростей свободного и стесненного падения частиц.</li> <li>19. Установка для обогащения на гидроциклоне.</li> <li>20. Установка для обогащения на концентрационном столе.</li> <li>21. Установка для обогащения на винтовом сепараторе.</li> <li>22. Установка для обогащения на центробежном концентраторе.</li> <li>23. Установка для обогащения на отсадочной машине.</li> <li>24. Установка для разделения материала по крупности на каскадном пирамидальном</li> </ol>

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	классификаторе. 25. Установки для сорбции и цементации. 26. Установка для обогащения по трению.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета