



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Шахтное и подземное строительство

В.Н. Макишин

« 07 » июля 20 19 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Горного дела и комплексного  
освоения георесурсов



В.Н. Макишин

« 07 » июля 20 19 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Обогащение полезных ископаемых

**Специальность 21.05.04 Горное дело**

специализация «Шахтное и подземное строительство»

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 5

лекции 36 час.

практические занятия 0 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб. 20 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 20 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы – 0

курсовая работа / курсовой проект – нет

зачет – нет

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17.10.2016 г. № 1298

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры горного дела и комплексного освоения георесурсов, протокол № 13 от 05 июля 2019 г.

Заведующий кафедрой горного дела и комплексного освоения георесурсов В.Н. Макишин

Составитель: к.т.н., доцент ГДиКОГР Л.А. Сامةова

## Оборотная сторона титульного листа РПУД

### I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.Н. Макишин

### II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Обогащение полезных ископаемых» предназначена для студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Шахтное и подземное строительство» и входит в базовую часть блока Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.Б.24).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 ЗЕ. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия 36 часов, лабораторные занятия 18 часов и самостоятельная работа студента 54 часа, в том числе на подготовку к экзамену 27 часов. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре.

Дисциплина предназначена для формирования у студентов системы основных знаний в области обогащения полезных ископаемых, процессов, технологий обогащения и комплексного использования минерального сырья.

Условием успешного освоения дисциплины является наличие знаний у студентов по дисциплинам, изучаемым в предшествующий период и содержащим базовые законы и определения, необходимые для изучения ее теоретических разделов: «Геология», «Химия», «Физика горных пород», «Горно-промышленная экология», «Горное дело и окружающая среда», «Основы горного дела».

Дисциплина тесно связана с дисциплинами горного профиля, изучающими процессы горных работ, технологию добычи и переработки минерального сырья, его физические и химические свойства.

В процессе реализации дисциплины предусмотрено изучение технологических свойств минералов и минерального сырья, подготовительных, основных и вспомогательных процессов обогащения, методов контроля и опробования, а также обогатительных фабрик как производственных объектов.

**Цель** изучения дисциплины – получение знаний будущим инженером основ обогащения полезных ископаемых, процессов, технологий обогащения и комплексного использования минерального сырья.

### **Задачи** дисциплины:

- изучение технологических свойств минералов и минерального сырья;
- ознакомление с подготовительными процессами обогащения;
- ознакомление с основными процессами обогащения;
- ознакомление со вспомогательными процессами обогащения;
- изучение методов контроля и опробования при переработке минерального сырья;

- ознакомление со структурой обогатительного производства.

Для успешного изучения дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

**ОПК-4** – Готовность 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.

**ОПК-6** – готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.

**ОПК-9** – Владение методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.

**ПК-3** – Владение основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-4</b> – Готовность 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.	Знает	Основные типы горных пород, их минералогический состав, основные рудные и породные минералы и основные методы их переработки
	Умеет	Определить наличие в образцах горной породы наличие полезных компонентов и обосновать метод их переработки
	Владеет	Навыками определения минералогического состава образцов горной породы и методами опробования и переработки горных пород

<b>ПК-3</b> – Владение основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов.	Знает	Основные технологии обогащения твердых полезных ископаемых
	Умеет	Обосновывать применение методов переработки руд различного минералогического состава
	Владеет	Методами и технологиями переработки твердых полезных ископаемых

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» методы активного/ интерактивного обучения не применяются.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Лекция 1. Технологические свойства минералов и минерального сырья (4 часа)**

Полезные ископаемые и их характеристики. Классификация полезных ископаемых. Вещественный состав полезных ископаемых. Химический, минералогический состав. Текстурно-структурные характеристики. Физические свойства. Методы, процессы и операции обогащения. Технологические показатели обогащения полезных ископаемых и их обогатимости. Технологические схемы обогащения.

## **Лекция 2. Подготовительные процессы (6 часов)**

Грохочение. Назначение и классификация процессов. Гранулометрический состав полезных ископаемых. Теоретические основы грохочения. Рабочая поверхность грохотов. Классификация и конструкции грохотов. Технологические параметры процесса грохочения. Гидравлическая классификация. Назначение и принципы классификации. Теоретические основы классификации. Процессы гидравлической классификации. Классификаторы. Гидроциклоны. Дробление. Назначение и классификация процессов. Теоретические основы дробления. Классификация дробильных машин. Щековые дробилки. Конусные дробилки. Валковые дробилки. Дробилки ударного действия. Электрогидравлическое и электроимпульсное дробление. Схемы дробления. Измельчение. Назначение и классификация процессов. Измельчаемость полезных ископаемых. Циркулирующая нагрузка. Мельницы барабанные: стержневые, шаровые, галечные и рудногалечные, самоизмельчения, вибрационные, центробежные, струйные. Схемы измельчения.

## **Лекция 3. Основные обогатительные процессы (10 часов)**

Гравитационный метод обогащения. Общая характеристика и классификация процессов. Теоретические основы гравитационного обогащения. Обогащение в тяжёлых средах. Обогащение в потоке воды на наклонной плоскости (концентрационные столы, шлюзы, струйные концентраторы). Отсадка (отсадочные машины). Обогащение в криволинейных и центробежных потоках воды (винтовые сепараторы, центробежные концентраторы). Пневматическое обогащение. Обогащение в противоточных гравитационных аппаратах (шнековые сепараторы, крутонаклонные сепараторы). Магнитный метод обогащения. Общие сведения и классификация процессов. Теоретические основы магнитных методов обогащения. Классификация и общая характеристика магнитных сепараторов. Магнитная сепарация сильномагнитных руд и мате-

риалов. Магнитная сепарация слабомагнитных руд и материалов. Схемы магнитного обогащения. Магнетизирующий обжиг руд. Электрический метод обогащения. Общие сведения и классификация процессов. Теоретические основы электрической сепарации. Сущность электрических методов обогащения. Методы улучшения селективности электрической сепарации. Электрические сепараторы и принцип их работы. Флотационный метод обогащения. Общие сведения и классификация процессов. Теоретические основы флотации. Классификация флотационных реагентов. Реагенты – собиратели. Реагенты – активаторы. Реагенты – депрессоры. Реагенты – регуляторы среды. Реагенты – пенообразователи. Пульпа. Технологические параметры флотации. Флотационные машины. Схемы флотации. Радиометрический метод обогащения. Общие сведения и классификация процессов. Радиометрические сепараторы. Специальные и комбинированные методы обогащения. Обогащение по крупности. Обогащение по форме, трению и упругости. Адгезионные процессы обогащения. Химические методы обогащения. Комбинированные методы обогащения.

#### **Лекция 4. Вспомогательные процессы (6 часов)**

Обезвоживание продуктов обогащения. Назначение и общая характеристика процессов и продуктов обезвоживания. Дренажное. Ступенчатое. Фильтрование. Центрифугирование. Сушка. Основное оборудование. Окускование полезных ископаемых. Назначение и классификация процессов. Агломерация. Окомкование. Брикетирование. Пылеулавливание, очистка сточных и кондиционирование оборотных вод. Сухие пылеуловители. Электрофильтры. Мокрые пылеуловители.

#### **Лекция 5. Контроль и опробование на обогатительных фабриках (4 часа)**

Назначение контроля и опробования. Отбор проб. Подготовка проб к исследованию. Контроль основных параметров технологического процесса.

#### **Лекция 6. Обогащительные фабрики (6 часов)**

Промышленная площадка обогащительной фабрики. Цеха и отделения обогащительной фабрики. Хвостовое хозяйство. Реагентное хозяйство. Техника безопасности. Охрана окружающей среды.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Структура и содержание практической части курса включает в себя тематику и содержание лабораторных занятий.

### **Лабораторная работа 1. Подготовительные процессы: дробление и грохочение**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **Лабораторная работа 2. Подготовительный процесс - измельчение в шаровой мельнице**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **Лабораторная работа 3. Разделение смеси минералов на концентриционном столе**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **Лабораторная работа 4. Разделение смеси минералов в диафрагмовой отсадочной машине**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).



### **Лабораторная работа 5. Разделение окиси минералов на винтовом сепараторе**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **Лабораторная работа 6. Флотация сульфидной свинцово-цинковой руды**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **Лабораторная работа 7. Разделение смеси минералов на магнитном индукционно-роликовом и коронно-электростатическом сепараторах**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **Лабораторная работа 8. Изучение влияния различных факторов на скорость осаждения минеральных частиц**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.
3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **Лабораторная работа 9. Составление схемы сокращения и разделка пробы руды для химического анализа**

1. Изучение студентом методических материалов по теме занятия.
2. Прочтение и осмысление полученного задания.

3. Ответы преподавателя на вопросы студентов.
4. Постановка эксперимента, проведение наблюдений, получение конечного результата.
5. Оформление пояснительной записки, графических материалов.
6. Защита лабораторной работы (собеседование).

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Шахтное и подземное строительство» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
I	Подготовительные процессы	ОПК-4	знает	УО-1, ПР-6	Собеседование. Вопросы к СРС 1-20
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
		ПК-3	знает	УО-1, ПР-6	
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
II	Основные обогащительные процессы	ОПК-4	знает	УО-1, ПР-6	Собеседование. Вопросы к СРС 21-44
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
		ПК-3	знает	УО-1, ПР-6	
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
III	Вспомогательные процессы	ОПК-4	знает	УО-1, ПР-6	Собеседование. Вопросы к СРС 45-68
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
		ПК-3	знает	УО-1, ПР-6	
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Сорокин М.М. Флотационные методы обогащения. Химические основы флотации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сорокин М.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2011.— 411 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56133.html>.
2. Пантелеева Н.Ф. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс]: магнитные методы обогащения полезных ископаемых. Курс лекций/ Пантелеева Н.Ф., Думов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2009.— 105 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56077.html>
3. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Абрамов. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2008. — 711 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3269>.
4. Адамов Э.В. Технология руд цветных металлов [Электронный ресурс]: учебник/ Адамов Э.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2007.— 515 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56194.html>.
5. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник в 2 кн. : кн. 2 . Технологии обогащения полезных ископаемых / В. М. Авдохин ; Московский государственный горный университет. Москва: Изд-во Московского горного университета, 2008. 310 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384230&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Адамов Э.В. Основы проектирования обогатительных фабрик [Электронный ресурс]: учебник/ Адамов Э.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Из-

дательский Дом МИСиС, 2012.— 647 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/56743.html>.

2. Технология горного производства в 2 ч. : ч. 2 / В. В. Мельник, В. Г. Виткалов; Сибирская угольная энергетическая компания. Москва: [Горное дело ООО "Киммерийский центр"], 2014. 367 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:795893&theme=FEFU>

3. Авдохин, В.М. Обогащение углей. В 2 т. Процессы и машины. Т.1 [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Авдохин. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2012. — 424 с. — Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/book/66424>.

### **Нормативно-правовые материалы**

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах». Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ от 16 декабря 2013 г. № 605. [электронный ресурс:

<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=161521#0>].

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. № 599. [электронный ресурс: <http://base.garant.ru/70691622/>].

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Библиотека ДВФУ

<https://www.dvfu.ru/library/>

2. Библиотека НИТУ МИСиС

<http://lib.misis.ru/elbib.html>

3. Библиотека Санкт-Петербургского горного университета

<http://www.spmi.ru/biblio>

4. Горный информационно-аналитический бюллетень

<http://www.gornaya-kniga.ru/periodic>

5. Горный журнал

<http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/?language=ru>

6. Глюкауф на русском языке

<http://www.gluckauf.ru/>

7. Безопасность труда в промышленности

<http://www.btpnadzor.ru/>

8. Научная электронная библиотека

<http://elibrary.ru/titles.asp>

9. Справочная система «Гарант» <http://garant.ru/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Используемое в учебном процессе программное обеспечение:

1. Пакет Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint);
2. Графический редактор AutoCAD;
3. Графический редактор Photoshop;
4. Программа для чтения файлов в формате \*.PDF: Adobe Reader (Adobe Acrobat)

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В учебный курс дисциплины специализации «Шахтное и подземное строительство» включены лабораторные занятия по дисциплине в объеме 18 часов.

При выполнении лабораторных работ студент овладевает методикой расчета основных технологических показателей процесса и составления баланса металлов.

Лабораторные работы выполняются бригадами из двух-трех человек. В процессе работы творческая активность каждого члена бригады достигается четким разделением обязанностей: один готовит материалы (руды, флотореагенты), другой записывает показания приборов (рН-метра при флотации, силу тока, напряжение – при работе на магнитном и электрическом сепараторах, расход воды – при работе на концентрационном столе и т.п.), сушит и взвешивает продукты обогащения; третий делает эскизы и снимает техническую характеристику оборудования.

При выполнении работы могут встретиться проблемные ситуации: например, при выборе реагентного режима может быть занижен или завышен расход флотореагента, в результате чего процесс флотации нарушается, тогда по ходу процесса вносятся коррективы: дополнительно вводится тот или другой реагент.

В каждой работе даётся краткое теоретическое введение, необходимое для выполнения поставленной задачи. До начала занятий все студенты должны быть ознакомлены с правилами техники безопасности на рабочем месте.

Исходные данные и результаты работы студент записывает в рабочей тетради, индивидуально оформляет отчёт о проделанной работе, строит гра-

фики, таблицы, приводит эскизы оборудования. В конце каждой работы должна быть дана оценка полученным результатам и сделаны выводы.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Проведение лекционных занятий предусмотрено в мультимедийной аудитории. Лекции проводятся с использованием презентаций и видеоматериалов. Выполнение лабораторных работ проходит в лаборатории Обогащения полезных ископаемых кафедры горного дела и комплексного освоения георесурсов.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых»  
Специальность 21.05.04 «Горное дело»  
специализация «Шахтное и подземное строительство»  
Форма подготовки очная

**Владивосток  
2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине в семестрах

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
2	2 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
3	3 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
4	4 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
5	5 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
6	6 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
7	7 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
8	8 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
9	9 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения лабораторной работы. Выполнение расчетов, оформление отчета	3	Собеседование, защита лабораторной работы
10	Подготовка к экзамену	Работа с учебной и нормативной литературой	27	Сдача экзамена по дисциплине
	ВСЕГО		54	

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Основной целью самостоятельной работы студентов является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, на-



правленное на формирование у них системы профессиональных компетенций, необходимых в их будущей практической деятельности.

При изучении дисциплины предполагается выполнение следующих видов СРС:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа.
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа предполагает выполнение студентов лабораторных заданий, работу с учебной, нормативной и научно-технической литературой с использованием электронных библиотечных ресурсов.

Лабораторные занятия проводятся на оборудовании лаборатории Обогащения полезных ископаемых кафедры горного дела и КОГР под руководством преподавателя. По результатам проведенных экспериментов преподавателем проводится защита работы в виде собеседования, на котором студент предъявляет результаты выполненной работы, обосновывает принятые технологические решения, защищает полученные результаты, оформленные в виде пояснительной записки в соответствии с разделом II «Структура и содержание практической части курса».

При выполнении расчетно-графических заданий студент предоставляет к защите помимо пояснительной записки графические материалы, выполненные на формате листа А4.

На консультациях студенты могут получить от ведущего преподавателя сведения о компьютерных программах, дополнительной литературе и советы по выполнению практических заданий.

При отрицательных результатах собеседования задание не засчитывается, и работа возвращается студенту для исправления. При несоответствии выполненной работы выданному заданию или представлении результатов, заимствованных в работах других студентов, возможна выдача нового задания.

Самостоятельная работа по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» позволяет студенту получить базовые знания в области переработки минерального сырья.

### **Критерии оценки при собеседовании:**

- 100-85 баллов – если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять

сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

- 85-76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна-две неточности в ответе.

- 75-61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

- 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Чем вызвана необходимость определения среднего диаметра куска руды?
2. Каким размером определяется крупность зёрен при ситовом анализе?
3. Что можно определить с помощью ситового анализа?
4. Как влияет увеличение угла захвата на производительность щековой дробилки и степень дробления?
5. В чём назначение операций грохочения?
6. Как можно определить эффективность грохочения по классу  $-2.5 +0$  мм?
7. Почему щековые дробилки со сложным качанием подвижной щеки не применяют для крупного дробления твердых руд?

8. Чем характеризуется шкала сит?
9. По какому классу крупности контролируется крупность измельчения руды?
10. В какой зависимости находятся крупность питания, производительность мельниц и крупность измельчения?
11. Чему равно приращение готового класса крупности после измельчения в каждой серии опытов?
12. Что понимается под измельчаемостью руды?
13. Как влияет время нахождения руды в мельнице на трудность измельчения? Как это отражается на производительности мельницы?
14. Как зависит сила удара шаров от плотности пульпы?
15. Какая плотность пульпы (отношение Т:Ж или содержание твёрдого в пульпе) считается оптимальной для ведения процесса измельчения?
16. Какой объём занимает пульпа вместе с шарами в мельнице?
17. В каком скоростном режиме работает шаровая мельница?
18. Зависит ли ход деки стола от крупности обогащаемого материала?
19. Какие силы действуют на зерно тяжелого и лёгкого минералов на столе?
20. В чем назначение нарифлений?
21. Как влияет угол наклона деки стола на технологические показатели процесса?
22. Как влияет расход смывной воды на качество концентрата?
23. В чем достоинство и недостатки концентрационного стола перед другими гравитационными аппаратами?
24. В чём физическая сущность процесса отсадки?
25. Какое влияние оказывает сегрегация на процесс отсадки?
26. Чем отличаются концентраты первой и второй камер отсадочной машины?
27. Зависит ли ход диафрагмы и частота её колебаний от крупности обогащаемого материала?
28. Как сказывается недостаток и избыток подрешетной руды на технологических показателях процесса отсадки?
29. Какое влияние оказывает постель на процесс отсадки?
30. Действию каких сил подвергается частица минерала на винтовом сепараторе?
31. С какой целью подаётся смывная вода в желоб сепаратора?
32. Можно ли получить готовый концентрат на винтовом сепараторе после одного приёма концентрации?
33. Как влияют на процесс сепарации содержание глины и шламов в питании?

34. Существуют ли ограничения в крупности зёрен тяжелых и легких минералов, направляемых на разделение в винтовом сепараторе?
35. Какую роль играет продольная и поперечная циркуляции при обогащении на винтовом сепараторе?
36. Назовите преимущества винтового сепаратора перед другими гравитационными аппаратами.
37. Назовите основные промышленные минералы свинца и цинка, их физические свойства.
38. В чем суть схемы прямой селективной флотации? Назовите достоинства и недостатки этой схемы по сравнению с коллективно-селективной.
39. Какую роль при флотации играет ксантогенат и Т-80?
40. В чём назначение реагентов, подаваемых в мельницу?
41. При какой щелочности пульпы ведется свинцовая и цинковая флотации?
42. Какие реагенты используются для создания щелочной среды?
43. Какие факторы влияют на процесс флотации?
44. С какой целью в цинковую флотацию подаётся медный купорос?
45. Какие изменения следует внести в реагентный режим, если в руде, помимо сульфидов цинка и свинца, присутствуют и окисленные минералы?
46. Из чего состоит электромагнитная система индукционно-роликового сепаратора?
47. Чем достигается неоднородность магнитного поля в сепараторе?
48. Как влияет изменение силы тока, подаваемого в обмотку катушек сепаратора, на технологические показатели процесса?
49. В каких единицах измеряется напряжённость магнитного поля и магнитная восприимчивость?
50. С какой целью нагревается материал перед электрической сепарацией? Как влияет скорость вращения осадительного электрода на показатели процесса?
51. В каком поле проводится электрическая сепарация?
52. Почему коронирующий электрод выполняется в виде тонкой проволоки?
53. Что собой представляет коронный разряд? Когда возможно его возникновение?
54. Какова функция отклоняющего электрода?
55. Какие требования предъявляются к материалу, направляемому на электрическую сепарацию?
56. Почему в суспензиях различной плотности минеральные частицы оседают с разной скоростью?
57. Какие факторы и каким образом влияют на скорость осаждения частиц?
58. В чем назначение интенсификации процесса сгущения?

59. В результате действия каких сил происходит агрегирование минеральных частиц?
60. Почему не всякий электролит или полимер и не при любой концентрации даёт увеличение скорости осаждения частиц?
61. Что собой представляют явления коагуляции и флокуляции?
62. В чем состоит практическое использование полученных результатов?
63. Можно ли проводить несколько раз подряд сокращения, минуя операцию перемешивания материала?
64. Что называется средней или представительной пробой?
65. От каких параметров зависит минимальная масса пробы?
66. С какой целью проводятся минералогический и химический анализ руды?
67. До какой крупности следует измельчать пробу руды или продукты обогащения, направляемую на химический анализ?
68. Какой способ перемешивания и сокращения рекомендуется для тонкоизмельченного материала?

### **Методические рекомендации по оформлению пояснительных записок лабораторных работ**

Результаты лабораторных работ оформляются в виде отдельных пояснительных записок.

Текстовая часть пояснительных записок выполняется на компьютере. Параметры страницы формата А4: левое поле –2,5 см, правое –1,0 см, верхнее и нижнее –2,0 см.

Шрифт основного текста – Times New Roman, размер шрифта – 14, выравнивание текста – «по ширине страницы», начертание шрифта – обычное. Для выделения основных слов и простановки акцента в выражениях можно применять начертание «полужирный» (Bold) или «курсив» (Italic).

Форматирование абзацев: текст без левого отступа от границы поля, абзацный отступ – 1 см или по умолчанию, междустрочный интервал одинарный, автоматический перенос слов.

Листы (страницы) пояснительной записки нумеруют арабскими цифрами. Титульный лист и задание включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки.

На титульном листе и задании номер страницы не выводится, на последующих листах (страницах) номер проставляется в правом верхнем углу листа (страницы).

Построение пояснительной записки, порядок нумерации разделов и подразделов, оформление рисунков, таблиц, списков, формул и других элементов текста принимается в соответствии с требованиями ЕСКД.

В пояснительной записке приводится список использованных источников, оформляемый в соответствии с требованиями ЕСКД.

В конце пояснительной записки располагается содержание, оформляемое по рекомендациям того же источника.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых»  
Специальность 21.05.04 «Горное дело»  
специализация «Шахтное и подземное строительство»  
Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2019**

**Паспорт Фонда оценочных средств  
дисциплины «Обогащение полезных ископаемых»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-4</b> – Готовность 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.	Знает	Основные типы горных пород, их минералогический состав, основные рудные и породные минералы и основные методы их переработки
	Умеет	Определить наличие в образцах горной породы полезных компонентов и обосновать метод их переработки
	Владеет	Навыками определения минералогического состава образцов горной породы и методами опробования и переработки горных пород
<b>ПК-3</b> – Владение основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов.	Знает	Основные технологии обогащения твердых полезных ископаемых
	Умеет	Обосновывать применение методов переработки руд различного минералогического состава
	Владеет	Методами и технологиями переработки твердых полезных ископаемых

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
I	Подготовительные процессы	ОПК-4	знает	УО-1, ПР-6	Вопросы к экзамену 1-15
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
		ПК-3	знает	УО-1, ПР-6	
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
II	Основные обогатительные процессы	ОПК-4	знает	УО-1, ПР-6	Вопросы к экзамену 16-31
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
		ПК-3	знает	УО-1, ПР-6	
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
III	Вспомогательные процессы	ОПК-4	знает	УО-1, ПР-6	Вопросы к экзамену 32-48
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	
		ПК-3	знает	УО-1, ПР-6	
			умеет	УО-1, ПР-6	
			владеет	УО-1, ПР-6	



## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<b>ОПК-4</b> – Готовность 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.	знает (пороговый уровень)	Основные типы горных пород, их минералогический состав, основные рудные и породные минералы и основные методы их переработки	Знание минералогического состава горных пород, основных рудных и породных минералов и методов их переработки	Способность использовать в своей практической деятельности знание минералогического состава горных пород, основных рудных и породных минералов и методов их переработки
	умеет (продвинутый)	Определить наличие в образцах горной породы полезных компонентов и обосновать метод их переработки	Умение определить наличие в образцах горной породы полезных компонентов и обосновать метод их переработки	Способность к выявлению в образцах горной породы полезных компонентов и обосновать метод их переработки
	владеет (высокий)	Навыками определения минералогического состава образцов горной породы и методами опробования и переработки горных пород	Владение определения минералогического состава образцов горной породы и методами опробования и переработки горных пород	Способность определить минералогический состав образцов горной породы и выбрать методы их опробования и переработки
<b>ПК-3</b> – Владение основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов.	знает (пороговый уровень)	Основные технологии обогащения твердых полезных ископаемых	Знание основных технологий обогащения твердых полезных ископаемых	Способность выбирать технологии обогащения твердых полезных ископаемых для оптимизации обогатительных процессов
	умеет (продвинутый)	Обосновывать применение методов переработки руд различного минералогического состава	Умение применять методы переработки руд различного минералогического состава	Способность применять существующие методы переработки руд различного минералогического состава
	владеет (высокий)	Методами и технологиями переработки твердых полезных ископаемых	Владение методами и технологиями переработки твердых полезных ископаемых	Способность использовать в своей профессиональной деятельности основные методы и технологии переработки твердых полезных ископаемых

### Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» проводится в форме контрольных мероприятий защиты практической работы, и промежуточного тестирования по оцениванию фактических ре-

зультатов обучения студентов, защиты курсовой работы и курсового проекта и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине).

Осуществляется путем контроля посещаемости, проверки конспектов и тетрадей по практическим занятиям;

- степень усвоения теоретических знаний.

Выборочный опрос по темам лекционных и практических занятий;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

Собеседование при приеме выполненных практических заданий;

- результаты самостоятельной работы.

Устный опрос по основным разделам дисциплины.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «обогащение полезных ископаемых» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В качестве промежуточного контроля по дисциплине предусмотрены зачеты и экзамен, которые проводятся в устной форме (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов).

Оценка	Критерий	Описание критерия
Отлично	100–85 баллов	Ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.
Хорошо	85–76 баллов	Ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна - две неточности в ответе.
Удовлетворительно	75–61 балл	Оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия

		темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.
Неудовлетворительно	60–50 баллов	Ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация производится в форме устного экзамена.

#### *Вопросы к экзамену*

1. Процессы рудоподготовки. Назначение операций дробления материала перед обогащением. Основные способы и законы дробления.
2. Модификаторы процесса флотации, их назначение и применение на практике.
3. Основные технологические показатели процесса флотации, определения, формулы расчёта. Задача.
4. Грохочение. Назначение операции грохочение. Виды грохочения. Эффективность грохочения.
5. Физические основы электрического метода обогащения. Электрические свойства минералов, их классификация. Силы, действующие при разделении минералов в электрополях.
6. Основные технологические показатели электрического метода обогащения, определения, формулы расчёта. Задача.
7. Основные типы дробильных аппаратов. Устройство и принцип их работы.
8. Классификация минералов по флотиремости. Связь вещественного состава руд с особенностью схем и режимов флотации.
9. Основные технологические показатели флотиремости минералов, определения, формулы расчёта. Задача.

10. Аппараты для грохочения. Классификация грохотов и область их применения. Характеристика просеивающих поверхностей. Понятие «живого сечения» грохота.

11. Принципиальные схемы флотационного обогащения. Классификация операций флотации. Стадиальные и комбинированные схемы обогащения.

12. Основные технологические показатели схем флотации, определения, формулы расчёта. Задача.

13. Измельчение, назначение операций в схеме рудоподготовки. Основные типы мельниц, их конструкции и принцип действия: а) в зависимости от типа измельчающей среды; б) от способа разгрузки измельчённого продукта и др.

14. Флотационные реагенты, их назначение и применение на практике.

15. Основные технологические показатели применяемых реагентов, определения, формулы расчёта. Задача.

16. Физические основы магнитного метода обогащения. Характеристика магнитного поля. Магнитные свойства веществ.

17. Гранулометрический состав, способы определения. Характеристики крупности.

18. Основные технологические показатели магнитного метода обогащения, определения, формулы расчёта. Задача.

19. Физические основы радиометрического метода обогащения. Рентгенорадиометрическое и фотометрическое обогащение. Устройство и принцип действия сепараторов. Практика применения на обогатительной фабрике цветных и редких металлов.

20. Основные понятия и задачи процесса грохочения. Механизм процесса грохочения. Эффективность грохочения, расчёт. Основные факторы, влияющие на эффективность грохочения.

21. Основные технологические показатели радиометрического метода обогащения, определения, формулы расчёта. Задача.

22. Характеристика и принцип работы шаровых мельниц. Основные факторы, влияющие на производительность мельниц. Способы оценки производительности мельниц по готовому классу.

23. Классификация минералов по магнитным свойствам, классификация сепараторов, принцип действия, выбор, расчёт.

24. Основные технологические показатели шаровых мельниц, определения, формулы расчёта. Задача.

25. Процессы самоизмельчения, основные закономерности процесса. Условия подготовки сырья к самоизмельчению. Куски критической крупно-

сти. Факторы, влияющие на процесс самоизмельчения. Выбор и расчёт мельниц самоизмельчения.

26. Фазы флотационной системы. Твёрдая фаза, гидрофильность и гидрофобность минеральной поверхности. Влияние состояния минеральной поверхности на адсорбцию реагентов.

27. Основные технологические показатели фаз обогащения, определения, формулы расчёта. Задача.

28. Влияние генезиса и вещественного состава на технологические свойства минералов и результаты флотационного обогащения.

29. Процессы обезвоживания и пылеулавливания, их значение и роль при обогащении минерального сырья. Методы обезвоживания руд и продуктов обогащения.

30. Основные технологические показатели процессов обезвоживания, определения, формулы расчёта. Задача.

31. Принципы и теоретические основы отсадки, циклы отсадки. Основные типы отсадочных машин, устройство, принцип работы.

32. Влага, виды влаги. Общая классификация материалов и методов обезвоживания продуктов обогащения. Аппараты.

33. Основные технологические показатели процессов обеспыливания, определения, формулы расчёта. Задача.

34. Гравитационные методы: обогащение в потоке воды, текущей по наклонной плоскости. Аппараты, устройство, принцип действия.

35. Характеристика сточных вод обогатительных фабрик. Виды загрязнений, их допустимые нормы в сточных водах. Классификация методов очистки сточных вод.

36. Основные технологические показатели сточных вод, определения, формулы расчёта. Задача.

37. Гравитационные методы: обогащение в тяжёлых средах. Основные типы сепараторов, устройство, принцип действия.

38. Флотационные машины. Классификация современных флотационных машин.

39. Основные технологические показатели, определения, формулы расчёта. Задача.

40. Флотационные реагенты, их назначение и классификация. Механизм действия и область применения.

41. Классификация. Теоретические основы процесса. Основные аппараты, устройство и принцип действия.

42. Основные технологические показатели аппаратов обогащения в тяжёлых суспензиях, определения, формулы расчёта. Задача.

43. Классификация полезных ископаемых, их химический и минералогический состав, текстурно-структурные характеристики.

44. Гидравлическая классификация. Седиментационный анализ. Закономерности классификации. Шкала и модуль гидравлической классификации. Классифицирующие устройства.

45. Основные технологические показатели седиментационного анализа, определения, формулы расчёта. Задача.

46. Цель и задачи обогащения полезных ископаемых. Классификация методов и процессов обогащения. Технологические схемы.

47. Теоретические основы гравитационных процессов. Свободное и стеснённое падение тел в среде, конечная скорость падения и её зависимость от различных факторов. Равнопадаемость, коэффициент равнопадаемости.

48. Основные технологические показатели гравитационных процессов, определения, формулы расчёта. Задача.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

По результатам изучения разделов дисциплины проводится тестирование, представляющее собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Критерий	Описание критерия
100–86 баллов	Ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой.
85–76 баллов	Знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; использование научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы.
75–61 балл	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий.
60–50 баллов	Незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат.