

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ГОРНОГО ДЕЛА

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Специальность и специализация  
21.05.04 Горное дело. Горное дело

Год набора на ОПОП  
2024

Форма обучения  
очная

Владивосток 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Обогащение полезных ископаемых» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело (утв. приказом Минобрнауки России от 12.08.2020г. №987) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Васянович Ю.А.*

*Педан Н.Р.*

Утверждена на заседании кафедры горного дела от «\_\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г. ,  
протокол № \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кузнецов П.А.

| ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН<br>ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ |                  |
|-------------------------------------------|------------------|
| Сертификат                                | 1576663924       |
| Номер транзакции                          | 0000000000FA9F1C |
| Владелец                                  | Кузнецов П.А.    |

## 1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» является обучение студентов основам технологий обогащения полезных ископаемых и комплексного использования минерального сырья; формирование у них навыков оформления и ведение технической документации по вопросам обогащения полезных ископаемых на горном производстве.

Задачи освоения дисциплины:

1. приобретение теоретических знаний в области технологических свойств минералов и минерального сырья;

2. развитие умений и практических навыков для ведения, согласования и утверждения технических, технологических документов по методам контроля и опробования при переработке минерального сырья, применение этой документации на горном предприятии;

3. формирование готовности к определению минералогического состава образцов горной породы и применению методов опробования и переработки горных пород.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

| Название ОПОП ВО, сокращенное | Код и формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                    | Код и формулировка индикатора достижения компетенции                                                                                                                                               | Результаты обучения по дисциплине |                         |                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                    | Код результата                    | Формулировка результата |                                                                                                                                                                                                                                |
| 21.05.04 «Горное дело» (ГД)   | ОПК-4 : Способен 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-4.1к : Осуществляет выбор методов решения научных и практических задач в области рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр на основе теоретических знаний            | РД1                               | Знание                  | основных типов горных пород, их минералогический состав, основные рудные и породные минералы и основные методы их переработки, методов опробования и переработки                                                               |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-4.2к : Использует базовые знания фундаментальных разделов естественнонаучных дисциплин и наук о Земле при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр | РД2                               | Умение                  | определить в образцах горной породы наличие полезных компонентов и обосновать и применить метод их переработки, определения минералогического состава образцов горной породы и методами опробования и переработки горных пород |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                    | РД3                               | Навык                   | разрабатывает техническую и технологическую документацию для                                                                                                                                                                   |

|  |  |  |  |                                                       |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | опробования и переработки твердых полезных ископаемых |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------|

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

| Воспитательные задачи                                                          | Формирование ценностей      | Целевые ориентиры            |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| <b>Формирование гражданской позиции и патриотизма</b>                          |                             |                              |
| Формирование чувства гордости за достижения России                             | Высокие нравственные идеалы | Осознание ценности профессии |
| <b>Формирование духовно-нравственных ценностей</b>                             |                             |                              |
| Формирование ответственного отношения к труду                                  | Созидательный труд          | Трудолюбие                   |
| <b>Формирование научного мировоззрения и культуры мышления</b>                 |                             |                              |
| Формирование осознания ценности научного мировоззрения и критического мышления | Коллективизм                | Системное мышление           |
| <b>Формирование коммуникативных навыков и культуры общения</b>                 |                             |                              |
| Формирование культуры письменной речи и делового общения                       | Достоинство                 | Коммуникабельность           |

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Обогащение полезных ископаемых» входит в обязательную часть учебного плана специальности 21.05.04 Горное дело и проводится на 5 курсе.

Входными требованиями, необходимыми для освоения дисциплины, является наличие у обучающихся компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Геология», «Химия», «Основы горного дела», «Физика горных пород», «Горнопромышленная экология».

## 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

| Название ОПОП ВО | Форма обучения | Часть УП | Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО) | Трудо-емкость | Объем контактной работы (час) |            |               | СРС | Форма аттестации |
|------------------|----------------|----------|------------------------------------|---------------|-------------------------------|------------|---------------|-----|------------------|
|                  |                |          |                                    | (З.Е.)        | Всего                         | Аудиторная | Внеаудиторная |     |                  |

|                            |     |      |    |   |    |      |       |      |    |     |    |   |
|----------------------------|-----|------|----|---|----|------|-------|------|----|-----|----|---|
|                            |     |      |    |   |    | лек. | прак. | лаб. | ПА | КСР |    |   |
| 21.05.04<br>Горное<br>дело | ОФО | С1.Б | 10 | 4 | 73 | 36   | 18    | 18   | 1  | 0   | 71 | Э |

## 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

| №                       | Название темы                                            | Код ре-<br>зультата<br>обучения | Кол-во часов, отведенное на |           |           |           | Форма<br>текущего контроля                           |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------------------------|
|                         |                                                          |                                 | Лек                         | Прак      | Лаб       | СРС       |                                                      |
| 1                       | Технологические свойства минералов и минерального сырья. | РД1                             | 4                           | 2         | 2         | 8         | Устный опрос<br>Практическая работа.<br>Тестирование |
| 2                       | Подготовительные процессы                                | РД1                             | 6                           | 3         | 3         | 12        | Устный опрос<br>Практическая работа.<br>Тестирование |
| 3                       | Основные обогатительные процессы                         | РД2                             | 10                          | 5         | 5         | 20        | Устный опрос<br>Практическая работа.<br>Тестирование |
| 4                       | Вспомогательные процессы                                 | РД2                             | 6                           | 3         | 3         | 12        | Устный опрос<br>Практическая работа.<br>Тестирование |
| 5                       | Контроль и опробование на обогатительных фабриках        | РД3                             | 4                           | 2         | 2         | 8         | Устный опрос<br>Практическая работа.<br>Тестирование |
| 6                       | Обогатительные фабрики                                   | РД2                             | 6                           | 3         | 3         | 11        | Устный опрос<br>Практическая работа.<br>Тестирование |
| <b>Итого по таблице</b> |                                                          |                                 | <b>36</b>                   | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>71</b> |                                                      |

### 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

*Тема 1 Технологические свойства минералов и минерального сырья.*

Содержание темы: Тема 1.1 Введение в дисциплину «Обогащение полезных ископаемых». Цель и задачи курса. Полезные ископаемые и их характеристики (2 час.) Значение данной дисциплины в подготовке горного инженера. Обзор истории развития Обогащения полезных ископаемых. Полезные ископаемые и их характеристики. Классификация полезных ископаемых. Вещественный состав полезных ископаемых. Тема 1.2 Методы, процессы и операции обогащения. (2 час). Особенности производственной деятельности и среды горных предприятий с точки зрения Обогащения 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. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение лекций, работа с дополнительной литературой.

### *Тема 2 Подготовительные процессы.*

Содержание темы: Тема 2.1 Виды процессов. (2 час.) Грохочение. Назначение и классификация процессов. Гранулометрический состав полезных ископаемых. Теоретические основы грохочения. Рабочая поверхность грохотов. Классификация и конструкции грохотов. Технологические параметры процесса грохочения. Тема 2.2 Гидравлическая классификация. (2 час.) Назначение и принципы классификации. Теоретические основы классификации. Процессы гидравлической классификации. Классификаторы. Гидроциклоны. Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: практическая работа. Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: выполнение работы над ошибками, завершение практической работы, поиск информации по теме занятия. Тема 2.2 Дробление (2 час.) 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. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение лекций, работа с дополнительной литературой.

### *Тема 3 Основные обогатительные процессы.*

Содержание темы: Тема 3.1 Гравитационный метод обогащения (2 час.) Общая характеристика и классификация процессов. Теоретические основы гравитационного обогащения. Обогащение в тяжелых 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). Тема 3.2 Магнитный метод обогащения. (2 час.) Общие сведения и классификация процессов. Теоретические основы магнитных методов обогащения. Классификация и общая характеристика магнитных сепараторов. Магнитная сепарация сильномагнитных руд и материалов. Магнитная сепарация слабомагнитных руд и материалов. Схемы магнитного обогащения. Магнетизирующий обжиг руд. Тема 3.3 Электрический метод обогащения. (2 час.). Общие сведения и классификация процессов. Теоретические основы электрической сепарации. Сущность электрических методов обогащения. Методы улучшения селективности электрической сепарации. Электрические сепараторы и принцип их работы. Тема 3.4 Флотационный метод обогащения. (2 час.). 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. Тема 3.5 Прочие методы обогащения. (2 час.) 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. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение лекций, работа с дополнительной литературой.

#### *Тема 4 Вспомогательные процессы.*

Содержание темы: Тема 4.1 Обезвоживание продуктов обогащения (3 час.). Обезвоживание продуктов обогащения. Назначение и общая характеристика процессов и продуктов обезвоживания. Дренажное. Сгущение. Фильтрация. Центрифугирование. Сушка. Основное оборудование. Тема 4.2 Окускование полезных ископаемых (3 час.). Окускование полезных ископаемых. Назначение и классификация процессов. Агломерация. Окомкование. Брикетирование. Пылеулавливание, очистка сточных и кондиционирование оборотных вод. Сухие пылеуловители. Электрофильтры. Мокрые пылеуловители. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение лекций, работа с дополнительной литературой.

#### *Тема 5 Контроль и опробование на обогатительных фабриках.*

Содержание темы: Тема 5.1 Назначение контроля и опробования Назначение контроля и опробования. Отбор проб. Подготовка проб к исследованию. Контроль основных параметров технологического процесса. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение лекций, работа с дополнительной литературой.

#### *Тема 6 Обогащительные фабрики.*

Содержание темы: Тема 6.1 Промышленная площадка обогащительной фабрики (2 час.) Цеха и отделения обогащительной фабрики. Требования к инженерно-техническим работникам и рабочему персоналу. Тема 6.2 Вспомогательные структуры обогащительной фабрики (2 час.) Хвостовое хозяйство. Реагентное хозяйство. Тема 6.3 Промышленная безопасность на обогащительной фабрике (2 час.) Техника безопасности. Охрана труда. Охрана окружающей среды. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение лекций, работа с дополнительной литературой.

### **5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)**

#### **5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы**

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы, выполнение аттестационных мероприятий, эффективную самостоятельную работу. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на самостоятельную подготовку к практическим занятиям, выполнение творческих заданий, самостоятельное изучение некоторых разделов курса.

Практические задания выполняются студентами как аудиторно, так и самостоятельно. В начале занятия преподаватель информирует студентов о требованиях и дает рекомендации по выполнению каждой практической работы.

Работа над практическими заданиями включает: качество проделанных практических работ, посещаемость занятий, результаты самостоятельной работы по выполнению практических заданий.

Подготовке студента к выполнению работ на практическом занятии должно предшествовать изучение литературы, приведенной в списке основной и дополнительной литературы рабочей программы учебной дисциплины. При этом, желательно, чтобы студенты проводили анализ полученной дополнительной информации, анализировали существенные дополнения и ставили вопросы. В процессе самостоятельной подготовки используются электронные базы данных и различные электронные ресурсы. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Темы практических заданий, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в ФОС к дисциплине.

Текущий контроль проводится:

- по результатам работы студентов на практических занятиях и самостоятельной работы по выполнению практических заданий. Критерием оценки является полнота выполнения практических работ, выполнение их в точном соответствии с постановкой и творческий подход к решению проблем.

Изучение дисциплины завершается экзаменом на 5 курсе

## **5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Костромина, И. В. Основы обогащения полезных ископаемых : учебное пособие / И. В. Костромина. — Чита : ЗабГУ, 2022. — 168 с. — ISBN 978-5-9293-3022-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/363311> (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лукина, К. И. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие / К.И. Лукина, В.П. Якушкин, А.Н. Муклакова. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 224 с. — (Высшее образование: Специалист). - ISBN 978-5-16-010748-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1852905> (дата обращения: 31.05.2026)

3. Семакина, О. К. Оборудование перерабатывающих производств. Переработка минерального сырья : учебник для вузов / О. К. Семакина, Д. А. Горлушко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 90 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00706-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561283> (дата обращения: 19.05.2026).

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Аверин, Г. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие : [16+] / Г. А. Аверин, О. Г. Доценко, Е. Г. Корецкая. — Москва : Директ-Медиа, 2023. — 212 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=703029> (дата обращения: 20.05.2026). — Библиогр.: с. 208. — ISBN 978-5-4499-3853-4. — DOI 10.23681/703029. — Текст : электронный.

### **7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):**

1. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"
2. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
3. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
4. Электронно-библиотечная система "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН"
5. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>
6. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prilib.ru/>
7. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения**

### **Основное оборудование:**

- Компьютеры

- Проектор

Программное обеспечение:

- □ Office
- □ КонсультантПлюс

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ГОРНОГО ДЕЛА

Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Специальность и специализация  
21.05.04 Горное дело. Горное дело

Год набора на ОПОП  
2024

Форма обучения  
очная

Владивосток 2026

## 1 Перечень формируемых компетенций

| Название ОПОП ВО, сокращенное | Код и формулировка компетенции и                                                                                                                                                                                                                                                                  | Код и формулировка индикатора достижения компетенции                                                                                                                                               |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21.05.04 «Горное дело» (ГД)   | ОПК-4 : Способен 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-4.1к : Осуществляет выбор методов решения научных и практических задач в области рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр на основе теоретических знаний            |
|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-4.2к : Использует базовые знания фундаментальных разделов естественнонаучных дисциплин и наук о Земле при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр |

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ОПК-4 «Способен 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»**

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

| Код и формулировка индикатора достижения компетенции                                                                                                                                               | Результаты обучения по дисциплине |        |                                                                                                                                                                                                                                | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                    | Код                               | Тип    | Результат                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                           |
| ОПК-4.1к : Осуществляет выбор методов решения научных и практических задач в области рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр на основе теоретических знаний            | РД 1                              | Знание | основных типов горных пород, их минералогический состав, основные рудные и породные минералы и основные методы их переработки, методы опробования и переработки                                                                | Знание минералогического состава горных пород, основных рудных и породных минералов и методов их опробования и переработки                |
| ОПК-4.2к : Использует базовые знания фундаментальных разделов естественнонаучных дисциплин и наук о Земле при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр | РД 2                              | Умение | определить в образцах горной породы наличие полезных компонентов и обосновать и применить метод их переработки, определения минералогического состава образцов горной породы и методами опробования и переработки горных пород | Способность к выявлению в образцах горной породы полезных компонентов, обосновать и выбрать методы и технологии опробования и переработки |
|                                                                                                                                                                                                    | РД 3                              | Навык  | разрабатывает техническую и технологическую документацию для опробования и переработки                                                                                                                                         | Формирование и обеспечение документооборота по технологиям переработки твердых полезных ископаемых                                        |

|  |  |                                   |  |
|--|--|-----------------------------------|--|
|  |  | ботки твердых полезных ископаемых |  |
|--|--|-----------------------------------|--|

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

### 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

| Контролируемые планируемые результаты обучения |                                                                                                                                                                                                                                         | Контролируемые темы дисциплины                                | Наименование оценочного средства и представление его в ФОС |                            |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Текущий контроль                                           | Промежуточная аттестация   |
| Очная форма обучения                           |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               |                                                            |                            |
| РД1                                            | Знание : основных типов горных пород, их минералогический состав, основные рудные и породообразующие минералы и основные методы их переработки, методов опробования и переработки                                                       | 1.1. Технологические свойства минералов и минерального сырья. | Опрос                                                      | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Практическая работа                                        | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Тест                                                       | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         | 1.2. Подготовительные процессы                                | Опрос                                                      | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Практическая работа                                        | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Тест                                                       | Экзамен в письменной форме |
| РД2                                            | Умение : определить в образцах горной породы наличие полезных компонентов и обосновать и применить метод их переработки, определения минералогического состава образцов горной породы и методами опробования и переработки горных пород | 1.3. Основные обогащенные процессы                            | Опрос                                                      | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Практическая работа                                        | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Тест                                                       | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         | 1.4. Вспомогательные процессы                                 | Опрос                                                      | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Практическая работа                                        | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Тест                                                       | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         | 1.6. Обогащенные фабрики                                      | Опрос                                                      | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Практическая работа                                        | Экзамен в письменной форме |
|                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                               | Тест                                                       | Экзамен в письменной форме |
| РД3                                            | Навык : разрабатывает техническую и технологию                                                                                                                                                                                          |                                                               | Опрос                                                      | Экзамен в письменной форме |

|  |                                                                               |                                                        |                     |                            |
|--|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
|  | ческую документацию для опробования и переработки твердых полезных ископаемых | 1.5. Контроль и опробование на обогатительных фабриках | Практическая работа | Экзамен в письменной форме |
|  |                                                                               |                                                        | Тест                | Экзамен в письменной форме |

#### 4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

| Вид учебной деятельности | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 | Раздел 6 | Итого |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Практическая работа      | 3        | 3        | 3        | 3        | 3        | 3        | 18    |
| Лабораторная работа      | 3        | 3        | 3        | 3        | 3        | 3        | 18    |
| Устный опрос             | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 12    |
| Самостоятельная работа   | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 12    |
| Промежуточная аттестация | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 40    |
| <b>Итого за 5 курс</b>   |          |          |          |          |          |          | 100   |

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

| Сумма баллов по дисциплине | Оценка по промежуточной аттестации | Характеристика качества сформированности компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| от 91 до 100               | «отлично»                          | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические работы, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| от 76 до 90                | «хорошо»                           | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.                                                                                                                                                                        |
| от 61 до 75                | «удовлетворительно»                | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.                                                                        |
| от 41 до 60                | «неудовлетворительно»              | У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| от 0 до 40                 | «неудовлетворительно»              | Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

| Сумма баллов<br>в<br>по дисциплине | Оценка по промежуточной аттестации   | Характеристика качества сформированности компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| от 91 до 100                       | «зачтено» / «отлично»                | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обладает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| от 76 до 90                        | «зачтено» / «хорошо»                 | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.                                                                                                                                                                     |
| от 61 до 75                        | «зачтено» / «удовлетворительно»      | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.                                                                     |
| от 41 до 60                        | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| от 0 до 40                         | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 5 Примерные оценочные средства

### 5.1 Контрольный тест

#### 5.1 Тестирование

##### Тест 1. Технологические свойства минералов и минерального сырья

##### ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА С ВЫБОРОМ ВАРИАНТОВ ОТВЕТА

##### Выбор одного или нескольких вариантов ответа

##### Выбор одного правильного ответа

Прочитайте вопрос или задание. Выберите правильный ответа, запишите его в виде буквы

##### Выбор одного правильного ответа

**1. Что является основной целью дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» в подготовке горного инженера?**

- а) Изучение методов повышения содержания полезного компонента в руде за счет разделения минералов.
- б) Обучение проектированию карьеров и шахт.
- в) Изучение методов строительства горных предприятий.
- г) Освоение техники бурения скважин.

**Ответ: А**

**2. Какая из характеристик полезных ископаемых НЕ относится к вещественному составу?**

- а) Минералогический состав.

- б) Химический состав.
- в) Текстура и структура руды.
- г) Природа полезного компонента (простой элемент, оксид, соль и т.д.).

**Ответ: В**

**3. К какому классу полезных ископаемых по назначению относится каменный уголь?**

- а) Рудные.
- б) Горючие (каустобиолиты).
- в) Нерудные.
- г) Гидроминеральные.

**Ответ: Б**

**4. Историческое развитие обогащения полезных ископаемых началось с необходимости:**

- а) Переработки нефти.
- б) Снижения энергозатрат на добычу.
- в) Повышения содержания металла в руде перед плавкой (например, промывка, дробление).
- г) Создания композитных материалов.

**Ответ: В**

**5. Ключевым фактором, определяющим выбор метода обогащения, является:**

- а) Глубина залегания месторождения.
- б) Климатические условия региона.
- в) Различия в физических или физико-химических свойствах минералов, составляющих руду.
- г) Стоимость оборудования.

**Ответ: В**

**6. Что из перечисленного является ОПЕРАЦИЕЙ обогащения, а не процессом?**

- а) Гравитационное обогащение.
- б) Флотация.
- в) Магнитная сепарация.
- г) Грохочение (разделение по крупности).

**Ответ: Г**

**7. Какой технологический показатель обогащения характеризует степень извлечения полезного компонента из исходной руды в концентрат?**

- а) Извлечение полезного компонента.
- б) Выход концентрата.
- в) Содержание полезного компонента в концентрате.
- г) Степень дробления.

**Ответ: А**

**8. Что понимается под «обогащаемостью» полезного ископаемого?**

- а) Рыночная стоимость конечного концентрата.
- б) Технологическая возможность и эффективность его обогащения, определяемая минеральным составом и текстурой.
- в) Глубина, на которой залегает рудное тело.
- г) Сложность добычи ископаемого.

**Ответ: Б**

**9. Схема, на которой показана последовательность операций и процессов обогащения с указанием оборудования, называется:**

- а) Геологическим разрезом.
- б) Картой горных работ.
- в) Генеральным планом предприятия.
- г) Принципиальной технологической схемой.

**Ответ: Г**

**10. Особенность производственной среды горно-обогатительных предприятий с точки зрения технологии обогащения – это:**

- а) Необходимость работы только в закрытых помещениях.
- б) Переработка больших масс материала с неоднородным и переменным составом.

(Правильный)

- в) Использование исключительно ручного труда.
- г) Отсутствие отходов производства.

**Ответ: Б**

### **ЗАДАНИЕ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ**

**Прочитайте вопрос или текст задания. Установите правильное соответствие между элементами. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.**

**11. Установите соответствие между классификацией полезных ископаемых по промышленному использованию и примерами:**

- а) Рудные полезные ископаемые
- б) Горючие полезные ископаемые
- в) Нерудные полезные ископаемые
- г) Гидроминеральные полезные ископаемые

**Варианты:**

- 1. Нефть, уголь, торф
- 2. Железная руда, медная руда, бокситы
- 3. Подземные минеральные воды, рассолы
- 4. Глина, песок, гранит, известняк

**Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:**

| а | б | в | г |
|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 4 | 3 |

**12. Установите соответствие между характеристикой полезного ископаемого и её описанием:**

- а) Минералогический состав
- б) Текстура руды
- в) Структура руды
- г) Химический состав

**Варианты:**

- 1. Пространственное расположение минеральных агрегатов в руде (массивная, полосчатая и т.д.)
- 2. Виды и количественное соотношение минералов в руде
- 3. Форма, размер и взаимное расположение минеральных зёрен
- 4. Содержание химических элементов и соединений в руде

**Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:**

| а | б | в | г |
|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 3 | 4 |

**13. Установите соответствие между методом обогащения и физическим свойством, на котором он основан:**

- а) Гравитационное обогащение
- б) Магнитная сепарация

- в) Флотация
- г) Электрическая сепарация

**Варианты:**

1. Различие в магнитной восприимчивости минералов
2. Различие в смачиваемости поверхности минералов
3. Различие в плотности минералов
4. Различие в электрической проводимости или заряде минералов

**Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:**

| а | б | в | г |
|---|---|---|---|
| 3 | 1 | 2 | 4 |

**14. Установите соответствие между технологическим показателем обогащения и его определением:**

- а) Выход концентрата
- б) Содержание полезного компонента
- в) Извлечение полезного компонента
- г) Степень обогащения

**Варианты:**

1. Отношение массы полученного концентрата к массе исходной руды, выраженное в процентах
2. Количество полезного компонента в продукте (руде, концентрате), выраженное в процентах
3. Отношение содержания полезного компонента в концентрате к его содержанию в исходной руде
4. Доля полезного компонента, перешедшего из руды в концентрат, от общего его количества в руде, выраженная в процентах

**Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:**

| а | б | в | г |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 3 |

### **ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА**

**Ввод развернутого ответа (текстовое поле)**

**Прочитайте задание. Напишите правильный ответ напишите в виде текста**

**15. Опишите основные цели курса «Обогащение полезных ископаемых».**

**Ответ:** Основная цель курса — сформировать у будущего горного инженера систематизированные знания о теоретических основах и практических методах повышения ценности минерального сырья. Задачи включают: изучение вещественного состава и технологических свойств руд, освоение принципов и процессов разделения минералов (гравитация, флотация, магнитная и электрическая сепарация и др.), умение анализировать и выбирать рациональные технологические схемы обогащения, а также оценивать их эффективность через ключевые технологические показатели (выход, извлечение, содержание). Курс закладывает фундамент для проектирования и управления работой обогатительных фабрик.

**16. Объясните, что понимается под «обогащаемостью» полезного ископаемого и от каких факторов она зависит.**

**Ответ:** «Обогащаемость» — это технологическая характеристика полезного ископаемого, отражающая потенциальную возможность и ожидаемую эффективность его разделения на концентраты и отходы с помощью существующих методов обогащения. Она

не является постоянной величиной и зависит от комплекса геолого-минералогических факторов:

1. Минералогический состав: Наличие целевых минералов и минералов-спутников.
2. Структура руды: Размер зерен полезных минералов.
3. Характер сростания: Тип и теснота сростания полезных минералов с пустой породой (свободные, сростковые, тонковкрапленные зерна).
4. Физические и физико-химические свойства: Различия в плотности, магнитной восприимчивости, смачиваемости, электропроводности между ценными и пустыми минералами. Чем больше эти различия и чем более крупные и свободные зерна полезного минерала, тем выше обогатимость руды.

*Краткие методические указания*

*Шкала оценки*

**Критерии оценивания устного ответа (экзамен)**

**Оценка 5 (35-40 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.

**Оценка 4 (24-34 балла)** - 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. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**Оценка 3 (10-23 балла)** – 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.

**Оценка 2 (0-9) балла** – 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.

## **5.2 Вопросы к экзамену**

### **6.1 Варианты вопросов 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 расчета. Задача.

4. Грохочение. Назначение операции грохочения. 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 флотуемости. Связь вещественного состава руд с особенностью схем и режимов флотации.
9. Основные технологические показатели флотуемости 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 загрузки 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 крупности. 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.

*Краткие методические указания*

*Шкала оценки*

**Критерии оценивания устного ответа (экзамен)**

**Оценка 5 (35-40 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.

**Оценка 4 (24-34 балла)** - 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. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**Оценка 3 (10-23 балла)** – 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.

**Оценка 2 (0-9) балла** – 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.

### **5.3 Вопросы к зачету (устная форма)**

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 чём назначение нарифлений?
21. Как влияет угол наклона деки стола на технологические показатели процесса?
22. Как влияет расход смывной воды на качество концентрата?
23. В чём 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 подрешётной 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 чём 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 ведётся 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 чём 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?

*Краткие методические указания*

*Шкала оценки*

**Критерии оценивания устного ответа (устный опрос)**

**10-12 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.

**7-9 балла** - 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. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**4-6 балла** – 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.

**0-3 балла** – 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.

#### **5.4 Примеры заданий для выполнения практических работ**

#### **5.2 Примеры заданий к работам**

**Работа 1.** Подготовительные процессы: дробление и грохочение.

**Работа 2.** Подготовительный процесс - измельчение в шаровой мельнице

**Работа 3.** Разделение смеси минералов на концентрационном столе

**Работа 4.** Разделение смеси минералов в диафрагмовой отсадочной машине

**Работа 5.** Разделение окиси минералов на винтовом сепараторе

**Работа 6.** Флотация сульфидной свинцово-цинковой руды

**Работа 7.** Разделение смеси минералов на магнитном индукционно-роликовом и коронно-электростатическом сепараторах

**Работа 8.** Изучение влияния различных факторов на скорость осаждения минеральных частиц

**Работа 9.** Составление схемы сокращения и разделка пробы руды для химического анализа

*Краткие методические указания*

*Шкала оценки*

*Шкала оценки*

| Баллы | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16–18 | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала. Все работы выполнены на отличном профессиональном уровне. Студент выполняет работы в отведенный срок. Выполняет требуемые работы на занятиях, а также завершает работу самостоятельно. Проводит самостоятельный поиск дополнительных источников. Работает с основной и дополнительной литературой.                                                                                                                                                                                                                     |
| 11–15 | Обучающийся показал полное знание теоретического материала, умение самостоятельно выполнять работу, но допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Студент выполняет работы на занятиях, а также завершает работу самостоятельно. Частично проводит самостоятельный поиск дополнительных источников. Работает с основной и дополнительной литературой.                                                                                                                                                            |
| 6–10  | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на недостаточном уровне, допускаются ошибки в выполнении работ, проявляется отсутствие отдельных знаний и умений. Допускает существенные ошибки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении работы, выполняет её при подсказке преподавателя. Владеет знанием основных разделов, необходимых для дальнейшего обучения, знаком с основной и рекомендованной литературой, рекомендованной программой. Студент не успевает выполнять работу в отведенный срок. Выполняет работы на занятиях, не завершает работу самостоятельно. Не проводит самостоятельный поиск дополнительных источников. |
| 0–5   | У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков. Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает грубые ошибки в основных понятиях и при выполнении работ. Студент неудовлетворительно выполняет работу. Выполняет не всю работу. Не работает самостоятельно.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |