

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:44:29

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Обогащение полезных ископаемых

Закреплена за подразделением Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 7 (4.1)      |     | Итого |     |
|---|--------------|-----|-------|-----|
|   | Неделя<br>20 |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП           | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Итого ауд.                                | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Контактная работа                         | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Сам. работа                               | 38           | 38  | 38    | 38  |
| Часы на контроль                          | 36           | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 108          | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*к.т.н., Зав. кафедрой, Юшина Т.И.; к.т.н., доц., Николаев А.А.*

Рабочая программа

### **Обогащение полезных ископаемых**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья**

Протокол от 30.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Юшина Т.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» является формирование у студентов профессиональных знаний теоретических и технологических основ первичной переработки, обогащения и комплексного использования полезных ископаемых для решения практических задач горно-обогатительного производства в процессе изучения: технологических свойств и обогатимости полезных ископаемых; теоретических основ, методов, процессов и аппаратов разделения минералов по их физическим и физико-химическим свойствам; технологических основ функционирования обогатительных фабрик и производств. Полученные при изучении курса знания будут использованы студентами при изучении специальных и прикладных дисциплин подготовки дипломированных специалистов по специальности «Горное дело». |
|-----|--|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |  |       |
|------------|--|-------|
| Блок ОП:   |  | 2.1.3 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |       |
| 2.1.1      | 3D-моделирование машин, агрегатов и процессов  |       |
| 2.1.2      | Биоматериаловедение  |       |
| 2.1.3      | Высокотемпературные и сверхтвердые материалы   |       |
| 2.1.4      | Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ  |       |
| 2.1.5      | Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых   |       |
| 2.1.6      | Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов                     |       |
| 2.1.7      | Инновационные конструкционные материалы  |       |
| 2.1.8      | Инновационные литейные технологии  |       |
| 2.1.9      | Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства труб, деталей и специальных изделий |       |
| 2.1.10     | Композиционные наноматериалы   |       |
| 2.1.11     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                  |       |
| 2.1.12     | Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород                  |       |
| 2.1.13     | Логистика и экодизайн технологий черной металлургии  |       |
| 2.1.14     | Материаловедение и технологии материалов электроники   |       |
| 2.1.15     | Материаловедение функциональных материалов   |       |
| 2.1.16     | Металловедение и технологии легких сплавов   |       |
| 2.1.17     | Методология проектирования горных предприятий  |       |
| 2.1.18     | Механика подземных сооружений  |       |
| 2.1.19     | Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса         |       |
| 2.1.20     | Оптика и физика лазеров  |       |
| 2.1.21     | Организация и обеспечение качества аналитического контроля   |       |
| 2.1.22     | Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия  |       |
| 2.1.23     | Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники   |       |
| 2.1.24     | Проблемы надежности горных машин и оборудования  |       |
| 2.1.25     | Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья                               |       |
| 2.1.26     | Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов |       |
| 2.1.27     | Строительная геотехнология   |       |
| 2.1.28     | Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов       |       |
| 2.1.29     | Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД                                |       |
| 2.1.30     | Теория и практика решения металлургических задач   |       |
| 2.1.31     | Термохимия материалов и термодинамическое моделирование  |       |
| 2.1.32     | Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники                             |       |
| 2.1.33     | Физика конденсированного состояния   |       |
| 2.1.34     | Физика конденсированного состояния и квантовые технологии  |       |
| 2.1.35     | Физика конденсированного состояния функциональных материалов   |       |
| 2.1.36     | Физика наноразмерных материалов и структур   |       |
| 2.1.37     | Физика полупроводников и диэлектриков  |       |
| 2.1.38     | Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники          |       |
| 2.1.39     | Физико-химия наноматериалов  |       |
| 2.1.40     | Физико-химия процессов и материалов  |       |
| 2.1.41     | Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых  |       |

|            |   |
|------------|---|
| 2.1.42     | Академическое письмо  |
| 2.1.43     | Иностранный язык  |
| 2.1.44     | История и философия науки   |
| 2.1.45     | Физико-химические и химические процессы обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья             |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.2      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.3      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.4      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.5      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.6      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.7      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.8      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.9      | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.10     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.11     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.12     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.13     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.14     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.15     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.16     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.17     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.18     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.19     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.20     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.21     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.22     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.23     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.24     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.25     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.26     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.27     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.28     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.29     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.30     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.31     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.32     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.33     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.34     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.35     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.36     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.37     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.38     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.39     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.40     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.41     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |
| 2.2.42     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата**

**Знать:**

|   |
|---|
| А-2-31 Технологии и режимы обогащения полезных ископаемых.  |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>                         |
| <b>Знать:</b>   |
| А-3-31 Научные основы выбора и расчета основного оборудования для обогащения руд.   |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Знать:</b>   |
| А-1-31 Научные основы методов обогащения полезных ископаемых.   |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-2-У2 Рассчитывать показатели обогащения руд, технологические схемы.   |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>                         |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-3-У1 Выбирать и рассчитывать основное технологическое оборудование для обогащения руд.  |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-2-У1 Выбирать технологии обогащения полезных ископаемых.  |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-1-У1 Проводить научно обоснованный выбор методов обогащения полезных ископаемых.  |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-1-В1 Методиками выбора методов обогащения полезных ископаемых.  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | Раздел 1. Вещественный состав и технологические свойства полезных ископаемых. Основы теории разделения минералов. Методы и процессы обогащения полезных ископаемых |                |       |                                    |                          |            |    |                    |

|     |  |   |   |                         |                   |  |  |  |
|-----|--|---|---|-------------------------|-------------------|--|--|--|
| 1.1 | <p>Классификация полезных ископаемых, их роль в экономике государства. Характеристика вещественного состава полезных ископаемых. Химический, минеральный состав. Текстурно-структурные характеристики. Гранулометрический состав. Технологические свойства минералов и минерального сырья: механическая прочность, плотность, магнитные, электрические, ядерно-физические, биохимические, термохимические, механические свойства горных пород и минералов. Оценка контрастности свойств и обогатимости минеральных комплексов. Разделительные признаки минералов. Функции распределения частиц по физическому свойству. Классификация и характеристика разделяющих сил. Оценка обогатимости минеральных комплексов. Аналитические, графоаналитические методы. Кривые разделения Тромпа. Кривые обогатимости. Сепарационные характеристики. Классификация методов и процессов обогащения полезных ископаемых; Технологическое назначение подготовительных, основных обогатительных, вспомогательных процессов и процессов производственного обслуживания. Показатели обогащения: извлечение ценных компонентов в концентраты, выход и качество продуктов обогащения. Нормирование качества основных типов минерального сырья. Государственные, отраслевые стандарты. Технические условия. Оценка эффективности процессов обогащения и уровня комплексности использования сырья. /Лек/</p> | 7 | 3 | А-3-31 А-2-31<br>А-1-31 | Л1.1<br>Л1.2Л2.16 |  |  |  |
|-----|--|---|---|-------------------------|-------------------|--|--|--|

|   |   |   |   |  |  |  |             |       |
|---|---|---|---|--|--|--|-------------|-------|
| 1.2   | Построение кривых гранулометрического состава полезного ископаемого /Пр/  | 7 | 2 | A-3-Y1 A-2-Y1 A-2-Y2 A-1-Y1 A-1-B1               | Л1.1<br>Л1.2Л2.7<br>Л2.15  |  | КМ1,К<br>М2 |       |
| 1.3   | Построение кривых обогатимости Анри-Рейнгардта, Майера по результатам фракционного анализа угля /Пр/  | 7 | 4 | A-3-Y1 A-2-Y1 A-2-Y2 A-1-Y1 A-1-B1               | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Л2.6 Л2.8<br>Л2.9                           |  | КМ1,К<br>М2 | P1,P2 |
| 1.4   | Проработка лекционного материала.<br>Самостоятельное изучение литературы. Подготовка и выполнение домашнего задания и реферата. /Ср/  | 7 | 4 | A-3-31 A-3-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-2-Y2 A-1-31 A-1-Y1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Л2.6 Л2.7<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.10 Л2.18<br>Э1 |  |             |       |
| <b>Раздел 2. Дезинтеграция и подготовка минерального сырья к обогащению</b> |   |   |   |  |  |  |             |       |
| 2.1   | Процессы и аппараты для усреднения качества минерального сырья. Технологические схемы усреднения полезных ископаемых и продуктов их переработки. Физические, химические, теоретические процессы рудоподготовки. Классификация и технологическое назначение процессов дробления и измельчения полезных ископаемых. Законы дробления и измельчения. Избирательное раскрытие минералов. Степень и стадийность дробления и измельчения. Основные конструкции, область применения и выбор дробильно-измельчительных машин и оборудования. Технологические показатели и эффективность подготовительных процессов. /Лек/ | 7 | 2 | A-3-31 A-2-31 A-1-31                             | Л1.1<br>Л1.2Л2.4<br>Л2.12 Л2.15<br>Л2.18                                     |  |             |       |
| 2.2   | Расчет схемы рудоподготовки полезного ископаемого. Выбор и расчет дробильного и измельчительного оборудования /Пр/  | 7 | 4 | A-3-Y1 A-2-Y1 A-2-Y2 A-1-Y1 A-1-B1               | Л1.1<br>Л1.2Л2.7<br>Л2.12 Л2.15  |  | КМ1,К<br>М2 | P2    |
| 2.3   | Проработка лекционного материала.<br>Самостоятельное изучение литературы. Подготовка и выполнение домашнего задания и реферата. /Ср/  | 7 | 8 | A-3-31 A-3-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-2-Y2 A-1-Y1        | Л1.1<br>Л1.2Л2.7<br>Л2.12 Л2.15<br>Э1  |  |             |       |
| <b>Раздел 3. Процессы разделения, концентрации и переработки минералов</b>  |   |   |   |  |  |  |             |       |



|     |   |   |    |                                    |  |  |             |    |
|-----|---|---|----|------------------------------------|--|--|-------------|----|
| 3.1 | Процессы классификации и разделения материала по крупности. Грохочение, гидравлическая, пневматическая, электрическая классификация. Промывка. Основные процессы и аппараты радиометрического обогащения. Процессы и аппараты гравитационного обогащения. Процессы и аппараты магнитного и электрического обогащения. Процессы и аппараты флотационного обогащения. Процессы и аппараты химического обогащения. Процессы обезвоживания и окускования продуктов обогащения. Технико-экономические показатели и области применения процессов. /Лек/ | 7 | 7  | A-3-31 A-2-31<br>A-1-31            | Л1.1<br>Л1.2Л2.3<br>Л2.4 Л2.13<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.16 |  |             |    |
| 3.2 | Выбор и расчет основного обогатительного оборудования /Пр/  | 7 | 2  | A-3-У1 A-2-У1 A-2-У2 A-1-У1 A-1-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.12<br>Л2.13 Л2.14<br>Л2.15 Л2.16        |  | КМ1,К<br>М3 | Р2 |
| 3.3 | Выбор и расчет оборудования для грохочения и классификации /Пр/   | 7 | 2  | A-1-У1 A-2-У2 A-2-У1 A-3-У1 A-1-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.7<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.15               |  | КМ1,К<br>М3 | Р2 |
| 3.4 | Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка и выполнение домашнего задания и реферата. /Ср/   | 7 | 18 | A-3-У1 A-2-У1 A-1-31 A-3-31 A-2-У2 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.16Л3.1<br>Э1     |  |             |    |
|     | <b>Раздел 4. Основы технологии обогащения полезных ископаемых</b>   |   |    |                                    |  |  |             |    |
| 4.1 | Технологические схемы: качественные, количественные, водно-шламовые, качественно-количественные, комбинированные и схемы цепи аппаратов. Операции, циклы, стадии. Стадиальность обогащения. Подготовка полезных ископаемых к переработке и обогащению. Обогащение руд цветных металлов. Обогащение руд черных металлов. Обогащение горно-химического сырья. Обогащение углей. Переработка и обогащение индустриального сырья и строительных горных пород. Технико-экономические показатели и комплексное использование сырья. /Лек/               | 7 | 3  | A-3-31 A-2-31<br>A-1-31            | Л1.1<br>Л1.2Л2.13<br>Л2.17 Л2.18                       |  |             |    |

|   |  |   |   |  |   |  |             |    |
|---|--|---|---|--|---|--|-------------|----|
| 4.2   | Балансовый расчет качественно-количественных и водно-шламовых показателей технологической схемы обогащения полезного ископаемого /Пр/  | 7 | 3 | A-1-B1 A-2-Y2<br>A-2-Y1 A-2-31             | Л1.1<br>Л1.2Л2.16                               |  | КМ1,К<br>М4 | P2 |
| 4.3   | Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка и выполнение домашнего задания и реферата. /Ср/  | 7 | 4 | A-1-Y1 A-2-<br>Y1 A-2-31 A-1<br>-31 A-2-Y2 | Л1.1<br>Л1.2Л2.13<br>Л2.16                      |  |             |    |
| <b>Раздел 5. Контроль, опробование и автоматизация обогатительных процессов. Организация функционирования обогатительных фабрик</b> |  |   |   |  |   |  |             |    |
| 5.1   | Опробование и контроль процессов и технологии обогащения. Технологический и товарный баланс. Автоматизация контроля и управления технологическими процессами обогащения. Обогатительные фабрики, их состав, структура, классификация по типу перерабатываемого сырья и основному процессу обогащения. Особенности размещения оборудования, зданий, сооружений, местоположения. Принципы организации, охрана труда и окружающей природной среды на обогатительных фабриках и установках. Основные технико-экономические показатели работы обогатительных фабрик /Лек/ | 7 | 2 | A-3-31 A-2-31<br>A-1-31                    | Л1.1<br>Л1.2Л2.11<br>Л2.16                      |  |             |    |
| 5.2   | Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка и выполнение домашнего задания и реферата. /Ср/  | 7 | 4 | A-3-31 A-2-31<br>A-1-31                    | Л1.1<br>Л1.2Л2.11<br>Л2.13 Л2.16<br>Л2.18<br>Э1 |  |             |    |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций                      | Вопросы для подготовки  |
|--------|-------------------------|---|---|
| КМ1    | Экзамен                 | A-3-31;A-3-Y1;A-2-31;A-2-Y1;A-1-31;A-2-Y2;A-1-Y1;A-1-B1 | 1. Классификация полезных ископаемых. Принципы их комплексного использования. Роль и место ОПИ в технологии переработки минерального сырья.<br>2. Методы и процессы обогащения полезных ископаемых.<br>3. Основные технологические показатели обогащения полезных |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>ископаемых. Схемы обогащения, их классификация и назначение.</p> <p>4. Основные параметры, характеризующие качество полезных ископаемых и возможность его обогащения.</p> <p>5. Комплексное использование сырья. Методы и общие принципы использования технологии ОПИ при комплексном использовании сырья.</p> <p>6. Технологические свойства полезных ископаемых. Их влияние на выбор технологии обогащения.</p> <p>7. Назначение технологии обогащения полезных ископаемых, принципы построения технологических схем.</p> <p>8. Принцип последовательного раскрытия минералов и их разделения при построении технологической схемы обогащения.</p> <p>9. Методы и процессы обогащения полезных ископаемых.</p> <p>10. Вещественный состав полезных ископаемых, его роль в создании технологии обогащения полезных ископаемых.</p> <p>11. Процессы и аппараты для разделения минерального сырья по крупности. Классификация процессов, их сущность и технологическое назначение.</p> <p>12. Гранулометрический состав минерального сырья, методы его определения.</p> <p>13. Гранулометрические характеристики минерального сырья. Построение, использование.</p> <p>14. Грохочение полезных ископаемых. Аппараты; основные закономерности; факторы, влияющие на эффективность процесса. Виды просеивающих поверхностей.</p> <p>15. Ситовый и седиментационный анализы. Методика проведения, назначение.</p> <p>16. Технологическое назначение операций дробления и измельчения. Стадии дробления и измельчения.</p> <p>17. Процессы и аппараты для дробления полезных ископаемых. Способы дробления.</p> <p>18. Основные типы дробилок. Область их применения, достоинства и недостатки.</p> <p>19. Дробления в щековых и конусных дробилках. Конструкции, достоинства и недостатки щековых и конусных дробилок.</p> <p>20. Дробление в валковых, молотковых и роторных дробилках. Конструкции, достоинства и недостатки валковых, молотковых и роторных дробилок.</p> <p>21. Основные механические и технологические параметры работы барабанных мельниц. Коэффициент заполнения мельниц мелющими телами.</p> <p>22. Основные типы, принцип работы механических и струйных мельниц. Область их применения.</p> <p>23. Основные типы, принцип работы барабанных мельниц. Область их применения.</p> <p>24. Гидравлическая классификация. Её технологическое назначение, основные закономерности, аппараты.</p> <p>25. Классификация в гидроциклонах.</p> <p>26. Классификация в механических классификаторах.</p> <p>27. Принципы построения технологической схемы дробления, грохочения, измельчения и классификации.</p> <p>28. Процессы гравитационного обогащения. Область применения. Теоретические основы процессов гравитационного обогащения.</p> <p>29. Обогащение в тяжелых средах.</p> <p>30. Обогащение на шлюзах.</p> <p>31. Обогащение на концентрационных столах.</p> <p>32. Обогащение в струйных концентраторах.</p> <p>33. Обогащение в конусных и винтовых сепараторах.</p> <p>34. Обогащение в отсадочных машинах. Конструкции отсадочных машин.</p> <p>35. Обогащение в пневматическом сепараторе.</p> <p>36. Принципы построения технологической схемы с использованием гравитационного процесса.</p> <p>37. Теоретические основы магнитного обогащения полезных ископаемых.</p> <p>38. Магнитная сепарация. Область ее применения, основные закономерности.</p> <p>39. Способы и режимы магнитной сепарации. Магнитные системы.</p> |
|--|--|---|

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | <p>40. Обогащение в магнитных жидкостях.</p> <p>41. Принципиальная технологическая схема с использованием магнитного обогащения.</p> <p>42. Теоретические основы электрического обогащения полезных ископаемых.</p> <p>43. Сепарация в электростатическом поле. Способы предварительной электризации.</p> <p>44. Сепарация в поле коронного разряда и в коронно-электростатическом поле.</p> <p>45. Технологические схемы с использованием электросепарации. Способы повышения эффективности электрической сепарации.</p> <p>46. Теоретические основы процесса флотации. Виды флотации, гистерезис смачивания.</p> <p>47. Классификация и назначение реагентов, применяемых при флотации.</p> <p>48. Классификация реагентов-собирателей. Их роль во флотационном процессе, примеры.</p> <p>49. Назначение реагентов-депрессоров при флотации, примеры. Механизмы действия депрессоров.</p> <p>50. Назначение реагентов-активаторов при флотации, примеры. Механизмы действия активаторов.</p> <p>51. Назначение реагентов-регуляторов среды при флотации, примеры.</p> <p>52. Назначение и классификация реагентов-пенообразователей, примеры.</p> <p>53. Конструкции, принципы действия и область применения флотационных машин.</p> <p>54. Принципы построения технологической схемы с использованием флотационного процесса.</p> <p>55. Радиометрическая сепарация.</p> <p>56. Химическое обогащение. Термические процессы и обогащение растворением. Область применения.</p> <p>57. Назначение операций обезвоживания исходного сырья и продуктов обогащения. Способы обезвоживания, их сущность, аппараты.</p> <p>58. Процессы сгущения, фильтрования и центрифугирования. Конструкции аппаратов.</p> <p>59. Процессы сушки и пылеулавливания. Конструкции аппаратов.</p> |
|--|--|--|---|

|     |                      |  |   |
|-----|----------------------|--|---|
| КМ2 | Контрольная работа 1 | А-3-31;А-3-У1;А-2-31;А-2-У1;А-2-У2;А-1-31;А-1-У1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какую роль в развитии народного хозяйства играет обогащение полезных ископаемых?</li> <li>2. Что называется обогащением полезных ископаемых?</li> <li>3. Какое место в народном хозяйстве занимают процессы переработки полезных ископаемых?</li> <li>4. Что называется рудой, полезным ископаемым?</li> <li>5. Какие примеси различают в рудах?</li> <li>6. В чем отличие между процессом и методом обогащения?</li> <li>7. Перечислите свойства минералов, которые можно использовать для их разделения?</li> <li>8. Дайте определение понятий: содержание, выход, извлечение, слепень концентрации (обогащения), степень сокращения, эффективность обогащения.</li> <li>9. Назовите основные элементы производственной структуры горно-обогатительного комбината и обогатительной фабрики?</li> <li>10. Дайте формулировку понятия «эквивалентный диаметр куска».</li> <li>11. Есть ли разница в обозначении классов в угольной промышленности и в других отраслях народного хозяйства?</li> <li>12. Что называют самостоятельным, подготовительным, контрольным, избирательным грохочением, грохочением с целью обесшламливания и с целью обезвоживания?</li> <li>13. Что такое сетка тканая малой плотности и особо плотная?</li> <li>14. Как горные породы подразделяют в зависимости от их крепости?</li> <li>15. В каких случаях надо применять сетку малой плотности, большой плотности?</li> <li>16. Есть ли разница между барабанным грохотом и грохотом со спиральной просеивающей поверхностью?</li> <li>17. Сравнивая гирационный грохот с самоцентрирующимся, укажите достоинства и недостатки первого.</li> <li>18. Перечислите факторы, влияющие на процесс грохочения</li> <li>19. Какую роль играет при грохочении форма кусков полезных ископаемых?</li> <li>20. Как влияет на результаты грохочения влажность исходного материала?</li> <li>21. Какое зерно называется легкогрохотимым, трудным и затрудняющим?</li> <li>22. Как предохраняют дробилки от поломки при попадании с рудой посторонних предметов?</li> <li>23. Вращается ли подвижный дробящий конус у конусных дробилок?</li> <li>24. Какая дробилка может работать "под завалом"?</li> <li>25. Выведите зависимость между общей и частными степенями дробления.</li> <li>26. Назовите преимущества способа дробления ударом.</li> <li>27. Какая разница между дробилками молотковой и роторной?</li> <li>28. Зависит ли величина угла захвата от материала футеровки дробящего органа дробилки?</li> <li>29. Какое соотношение должно выдерживаться между максимальным куском в питании дробилок и шириной загрузочной пасти дробилок?</li> <li>30. Укажите назначение операций дробления в схеме переработки полезных ископаемых.</li> <li>31. Что называют замкнутым циклом дробления; открытый цикл дробления?</li> <li>32. Каково назначение контрольного грохочения в схеме дробления?</li> <li>33. Как обозначаются продукты грохочения?</li> <li>34. Выведите расчетную формулу для определения циркуляционной нагрузки в замкнутом цикле дробления.</li> <li>35. Отметьте достоинства и недостатки открытого цикла дробления по сравнению с замкнутым циклом дробления.</li> <li>36. Каково назначение гидравлической классификации?</li> <li>37. В каких случаях применяется пневматическая</li> </ol> |
|-----|----------------------|--|---|

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | классификация?<br>38. Изобразите схему гидроциклона и объясните принцип его работы. |
|--|--|--|---|

|     |                      |  |   |
|-----|----------------------|--|---|
| КМЗ | Контрольная работа 2 | А-3-31;А-3-У1;А-2-31;А-2-У1;А-2-У2;А-1-31;А-1-У1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие факторы влияют на величину скорости свободного падения?</li> <li>2. Что называется конечной скоростью падения?</li> <li>3. Физический смысл коэффициента равнопадаемости и его определение с помощью диаграммы профессора Чечотта?</li> <li>4. Воспроизведите схему устройства классификатора со свободным падением.</li> <li>5. Как работает пневматический сепаратор?</li> <li>6. Что называется постелью отсадочной машины, ее виды, характеристики и условия образования?</li> <li>7. Как устраивается искусственная постель, из какого материала?</li> <li>8. Какова роль подрешетной воды при отсадке?</li> <li>9. Для чего подается транспортная вода?</li> <li>10. Одинакова ли частота пульсаций при отсадке руд или угля?</li> <li>11. Почему нужно подготавливать полезные ископаемые к отсадке?</li> <li>12. Как подготавливается полезное ископаемое к пневматическому обогащению?</li> <li>13. Основные факторы, влияющие на работу желобов?</li> <li>14. Как происходит расслоение материала в желобах?</li> <li>15. Достоинства и недостатки автоматических шлюзов.</li> <li>16. Как устроены шлюзы с твердым и мягким покрытием?</li> <li>17. Сколько продуктов получают на винтовом сепараторе? Как регулируются процессы разделения полезного ископаемого на винтовом сепараторе?</li> <li>18. За счет чего происходит разделение материала на концентрационных столах?</li> <li>19. Почему надо подготавливать полезное ископаемое к обогащению на концентрационных столах? В чем заключается подготовка?</li> <li>20. Как регулируется процесс обогащения на концентрационных столах?</li> <li>21. Что называют тяжелой суспензией?</li> <li>22. Какие требования предъявляются к утяжелителям?</li> <li>23. Как производится регенерация суспензии?</li> <li>24. Краевой угол смачивания равен <math>70^\circ</math>. Какова степень смачиваемости минерала?</li> <li>25. К какой группе реагентов относятся аэрофлоты?</li> <li>26. Чем объясняется эффект пенообразования реагентами-вспенивателями?</li> <li>27. Какие реагенты закрепляются на границе раздела твердой и жидкой фаз?</li> <li>28. В чем заключается отличие флотомашин механического действия от пневмомеханических?</li> <li>29. Какое преимущество имеет схема флотации с коллективной флотацией по сравнению с прямой селективной флотацией?</li> <li>30. Как регулируется процесс флотации?</li> <li>31. Какие требования к качеству и однородности полезного ископаемого предъявляются флотацией?</li> <li>32. Как создается магнитное поле в магнитных сепараторах?</li> <li>33. Перечислите способы вывода из пульпы магнитных частиц руды?</li> <li>34. Требования к физическим свойствам и крупности руды при магнитной сепарации.</li> <li>35. Как защищаются от износа и коррозии барабаны магнитных сепараторов?</li> <li>36. Где находится привод барабана у магнитных сепараторов для мокрого обогащения слабомагнитных руд?</li> <li>37. Как подготавливается руда к обогащению на магнитных сепараторах?</li> <li>38. Как можно регулировать магнитные свойства руда?</li> <li>39. Почему у электрических сепараторов один из электродов называется коронирующим?</li> <li>40. Барабаны электрических сепараторов заземляются или на них подается отрицательный потенциал?</li> </ol> |
|-----|----------------------|--|---|

|   |                      |  | <p>41. Нужно ли подготавливать руду к электрическому обогащению? В чем заключается подготовка?</p> <p>42. Приведите схему устройства для обогащения по трению.</p> <p>43. Для каких полезных ископаемых применяется обогащение по смачиваемости (на жировых плоскостях)?</p> <p>44. Какой продукт легче обезвоживается и почему: крупный, мелкий или тонкий?</p> <p>45. Сколько процентов воды содержится в мокром продукте?</p> <p>46. Какие факторы влияют на процесс сгущения?</p> <p>47. Как можно ускорить процесс сгущения?</p> <p>48. Сколько содержится воды в обезвоженных продуктах в бункерах, на грохотах, в сгустителях, в фильтрах?</p> <p>49. Назовите типы вакуум-фильтров.</p> <p>50. Можно ли обезвоживать продукт, создавая на фильтрующей поверхности давление (подпор)?</p> <p>51. Какая разница между прямоточной сушкой и противоточной?</p> <p>52. Какой характер просеивающей поверхности у обезвоживающих грохотов? Из какого материала делается просеивающая поверхность обезвоживающих грохотов?</p> <p>53. Как происходит обесшламливание воздуха в циклоне?</p> <p>54. Какая эффективность пылеулавливания в рукавных фильтрах?</p> <p>55. Как устроен электрофильтр?</p> <p>56. Какое напряжение подается на электроды электрофильтра?</p> <p>57. Объясните принцип обеспыливания в электрофильтрах.</p> <p>58. Каково назначение опробования?</p> <p>59. От чего зависит масса пробы?</p> <p>60. Какие существуют способы отбора проб от материалов, находящихся в движении?</p> <p>61. Назовите виды и периодичность отбора проб на фабрике.</p> <p>62. Нарисуйте примерную схему разделки проб.</p> |
|---|----------------------|--|---|
| КМ4   | Контрольная работа 3 | А-3-31;А-2-31;А-3-У1;А-2-У1;А-2-У2;А-1-31;А-1-У1 | <p>1. Технологические показатели обогащения полезных ископаемых.</p> <p>2. Технологические схемы обогащения.</p> <p>3. Технологическая схема флотационного обогащения тонковкрапленных руд.</p> <p>4. Технологическая схема гравитационного обогащения полезных ископаемых.</p> <p>5. Технологическая схема магнитного обогащения руд черных металлов.</p> <p>6. Реагентные режимы коллективной флотации сплошных колчеданных руд цветных металлов.</p> <p>7. Реагентные режимы селективной флотации медно-цинковых и полиметаллических руд.</p> <p>8. Режимы сухой и мокрой магнитной сепарации сильно- и слабомагнитных руд.</p>  |
| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b> |                      |  |   |
| Код работы  | Название работы      | Проверяемые индикаторы компетенций               | Содержание работы   |
| Р1  | Реферат              | А-3-31;А-2-31;А-2-У1;А-1-31;А-1-У1               | <p>Примерные темы рефератов:</p> <p>1. Теоретические основы процесса грохочения, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>2. Теоретические основы процесса классификации, конструкции аппаратов.</p> <p>3. Теоретические основы процесса дробления, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>4. Теоретические основы процесса измельчения, классификация и конструкции механических мельниц.</p> <p>5. Теоретические основы процесса измельчения, классификация и конструкции струйных мельниц.</p> <p>6. Теоретические основы процесса дезинтеграции, конструкции аппаратов.</p> <p>7. Теоретические основы процесса тяжелосреднего обогащения, конструкции аппаратов.</p> <p>8. Теоретические основы процесса обогащения в потоке воды,</p>   |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>текущей по наклонной плоскости, конструкции аппаратов.</p> <p>9. Теоретические основы отсадки, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>10. Теоретические основы процесса обогащения в криволинейных и центробежных потоках воды, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>11. Теоретические основы процесса обогащения в противоточных гравитационных сепараторах, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>12. Теоретические основы процесса пневматического обогащения, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>13. Теоретические основы процесса магнитной сепарации, конструкции аппаратов.</p> <p>14. Теоретические основы процесса обогащения в магнитных жидкостях, конструкции аппаратов.</p> <p>15. Теоретические основы процесса электрической сепарации, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>16. Теоретические основы процесса пенной флотации, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>17. Теоретические основы процесса пленочной флотации и флотогравитации, конструкции аппаратов.</p> <p>18. Теоретические основы процесса масляной флотации и пенной сепарации, конструкции аппаратов.</p> <p>19. Назначение и классификация реагентов-собирателей.</p> <p>20. Назначение и классификация реагентов-депрессоров.</p> <p>21. Назначение и классификация реагентов-пенообразователей.</p> <p>22. Назначение и классификация реагентов-активаторов.</p> <p>23. Назначение и классификация реагентов-регуляторов среды и ионного состава пульпы.</p> <p>24. Назначение и классификация флокулянтов и коагулянтов.</p> <p>25. Теоретические основы процесса радиометрического обогащения, классификация и конструкции аппаратов.</p> <p>26. Теоретические основы процесса химического выщелачивания, способы активации процесса, конструкции аппаратов.</p> <p>27. Теоретические основы процесса бактериального выщелачивания, конструкции аппаратов.</p> <p>28. Теоретические основы процесса обогащения по трению и форме, конструкции аппаратов.</p> <p>29. Теоретические основы процесса обогащения по упругости и избирательности разрушения, конструкции аппаратов.</p> <p>30. Теоретические основы процесса обогащения на жировых поверхностях, конструкции аппаратов.</p> <p>31. Теоретические основы процесса дренирования, конструкции аппаратов.</p> <p>32. Теоретические основы процесса сгущения, конструкции аппаратов.</p> <p>33. Теоретические основы процесса центрифугирования, конструкции аппаратов.</p> <p>34. Теоретические основы процесса фильтрования, конструкции аппаратов.</p> <p>35. Теоретические основы процесса сушки, конструкции аппаратов.</p> <p>36. Теоретические основы процесса пылеулавливания, конструкции аппаратов.</p> <p>37. Теоретические основы процесса очистки сточных вод, конструкции аппаратов.</p> <p>38. Теоретические основы процессов окускования и брикетирования полезных ископаемых, конструкции аппаратов.</p> <p>39. Технология обогащения угля.</p> <p>40. Технология обогащения руд и россыпей редкоземельных металлов.</p> <p>41. Технология обогащения золотосодержащих руд.</p> <p>42. Технология обогащения золотосодержащих россыпей.</p> <p>43. Технология обогащения руд цветных металлов.</p> <p>44. Технология обогащения руд черных металлов.</p> <p>45. Технология обогащения урановых руд.</p> <p>46. Технология обогащения горно-химического сырья.</p> <p>47. Технология переработки и обогащения строительных материалов.</p> |
|--|--|--|

|    |                  |   |   |
|----|------------------|---|---|
| P2 | Домашнее задание | A-3-31;A-3-У1;A-2-31;A-1-В1;A-1-У1;A-1-31;A-2-У1;A-2-У2 | Оптимизация технологии обогащения полезных ископаемых (во видам сырья). |
|----|------------------|---|---|

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по учебной дисциплине проводится в устной форме. Экзаменационный билет содержит четыре вопроса и задачу. Каждый вопрос и задача оценивается в один балл. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре ОПИ.

Пример экзаменационного билета:

1. Перечислите свойства минералов, которые можно использовать для их разделения.
2. Что такое – замкнутый цикл дробления; открытый цикл дробления?
3. Как устроены шлюзы с твердым и мягким покрытием?
4. Какое преимущество имеет схема флотации с коллективной флотацией по сравнению с прямой селективной флотацией?
5. Определить выход медного концентрата, если содержание меди в руде 1,5% и в медном концентрате 18%, а потери меди с хвостами и в цинковый концентрат составили соответственно 10 и 6%.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнен реферат с положительной оценкой ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнено домашнее задание на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- экзамен сдан на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").

Общие критерии уровней освоения компетенций.

Отсутствие сформированности компетенции: Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении задач, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированности компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины (незачет)

Пороговый:

Если обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных задач в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированности компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне (зачет)

Повышенный:

Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированности компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированности компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучающегося при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке (зачет)

Продвинутый:

Обучающийся демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных задач в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на продвинутом уровне. Присутствие сформированности компетенции на продвинутом уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи (зачет)

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год          |
|------|---------------------|---|------------------------|----------------------------|
| Л1.1 | Авдохин В. М.       | Основы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов: учебник | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2008 |
| Л1.2 | Авдохин В. М.       | Основы обогащения полезных ископаемых: учебник                    | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2008 |

| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |   |   |                        |   |
|---|---|---|------------------------|---|
|   | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год   |
| Л2.1                                    | Авдохин В. М.   | Обогащение углей: учебник   | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2012                                  |
| Л2.2                                    | Авдохин В. М.   | Обогащение углей: учебник   | Электронная библиотека | Москва: Горная книга, 2012                                  |
| Л2.3                                    | Абрамов А. А.   | Флотационные методы обогащения: учебник для вузов: учебник  | Электронная библиотека | Москва: Московский государственный горный университет, 2008 |
| Л2.4                                    | Абрамов А. А.   | Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: учебник для вузов: учебник   | Электронная библиотека | Москва: Московский государственный горный университет, 2004 |
| Л2.5                                    | Шохин В. Н., Лопатин А. Г.  | Гравитационные методы обогащения: учебник для вузов по спец. 'Обогащение полезных ископаемых'   | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1980   |
| Л2.6                                    | Шохин В. Н., Лопатин А. Г.  | Гравитационные методы обогащения: учебник для студ. вузов   | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1993   |
| Л2.7                                    | Андреев С. Е., Перов В. А., Зверевич В. В.  | Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учебник для вузов по спец. 'Обогащение полезных ископаемых'  | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1980   |
| Л2.8                                    | Бедрань Н. Г.   | Обогащение углей: учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Обогащение полезных ископаемых"  | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1988   |
| Л2.9                                    | Давыдов М. В.   | Обогащение углей и горючих сланцев. В 2 ч. Ч.1: учеб. пособие по дисц. "Обогащение углей" для студ. вузов, обуч. по спец. 13.04.05 "Обогащение полезных ископаемых" | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МГГУ, 2009                                       |
| Л2.10                                   | Давыдов М. В.   | Обогащение углей и горючих сланцев. В 2 ч. Ч.2: учеб. пособие по дисц. "Обогащение углей" для студ. вузов, обуч. по спец. 13.04.05 "Обогащение полезных ископаемых" | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МГГУ, 2009                                       |
| Л2.11                                   | Козин В. З., Тихонов О. Н.  | Опробование, контроль и автоматизация обогатительных процессов: учебник для вузов   | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1990   |
| Л2.12                                   | Разумов К. А., Перов В. А.  | Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов по спец. 'Обогащение полез. ископаемых'   | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1982   |
| Л2.13                                   | Адамов Г. И., Аннушкина В. А., Баркаева Е. Ю., др., Богданов О. С., Ненарокомов Ю. Ф. | Справочник по обогащению руд: Обогатительные фабрики  | Библиотека МИСиС       | М.: Недра, 1984   |

|       | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека       | Издательство, год     |
|-------|---|---|------------------|-----------------------|
| Л2.14 | Азбель Ю. И.,<br>Акатов А. И.,<br>Архангельская И. Н.,<br>др., Богдагов О. С.,<br>др. | Справочник по обогащению<br>руд: Основные процессы  | Библиотека МИСиС | М.: Недра, 1983       |
| Л2.15 | Аккерман Ю. Э.,<br>Букаты Г. Б.,<br>Кизевальтер Б. В.,<br>др., Богданов О. С.,<br>др. | Справочник по обогащению<br>руд: Подготовительные<br>процессы   | Библиотека МИСиС | М.: Недра, 1982       |
| Л2.16 | Авершин И. Н.,<br>Батищева Т. А.,<br>Берман Ю. А., др.,<br>Богданов О. С., др.        | Справочник по обогащению<br>руд: Спец. и вспом.<br>процессы, испытания<br>обогащаемости, контроль и<br>автоматика | Библиотека МИСиС | М.: Недра, 1983       |
| Л2.17 | Абрамов А. А.   | Обогащительные процессы и<br>аппараты   | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МГГУ, 2010 |
| Л2.18 | Абрамов А. А.   | Технология обогащения<br>полезных ископаемых  | Библиотека МИСиС | , 2004                |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители               | Заглавие  | Библиотека       | Издательство, год     |
|------|-----------------------------------|---|------------------|-----------------------|
| Л3.1 | Николаева Т. С.,<br>Вишкова А. А. | Лабораторный практикум по<br>дисциплине<br>"Вспомогательные<br>процессы": учеб. пособие для<br>студ., обуч. по напр. 130400-<br>"Горное дело", спец. 130405 -<br>"Обогащение полезн.<br>ископаемых" | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МГГУ, 2009 |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | Основы обогащения полезных ископаемых :<br>практикум по лаб. работам / Т. И. Юшина, А. А.<br>Вишкова ; МГГУ, Каф. обогащения полезных<br>ископаемых . – М. : [МГГУ], 2013 . – 150 с. : табл.,<br>рис. + Библиогр.: с. 149-150 .   | <a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691186">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691186</a>   |
| Э2 | Обогащение полезных ископаемых : метод.<br>указания по вып. самостоят. работы для студ. заоч.<br>формы обуч. по напр. 130400 - 'Горное дело' / Т. И.<br>Юшина, Т. С. Николаева, Е. Н. Чернышева, А. А.<br>Вишкова; МГГУ, Каф. обогащения полезных<br>ископаемых . – М. : [МГГУ], 2013 . – 78 с. : табл.,<br>рис.  | <a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691174">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691174</a> . |
| Э3 | Обогащение полезных ископаемых : метод.<br>указания по вып. самостоят. работы для студ. заоч.<br>формы, обуч. по напр. 130400 - 'Горное дело' / Т. И.<br>Юшина, Т. С. Николаева, Е. Н. Чернышева, А. А.<br>Вишкова; МГГУ, Каф. обогащения полезных<br>ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 69 с. : табл.,<br>рис. | <a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691172">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691172</a> . |
| Э4 | Электронный курс на платформе LMS Canvas  | <a href="http://lms.misis.ru">http://lms.misis.ru</a>   |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |            |
|-----|------------|
| П.1 | LMS Canvas |
| П.2 | MS Teams   |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Электронная библиотека МИСиС. URL: <a href="http://lib.misis.ru/links_ru.html">http://lib.misis.ru/links_ru.html</a> |
| И.2 | ЭБС УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>                |
| И.3 | ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>   |
| И.4 | Единое окно доступа к образовательным ресурсам. URL: <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>         |

|     |  |
|-----|--|
| И.5 | Российский информационный портал в области науки, технологии и образования eLIBRARY.RU. URL: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> |
|-----|--|

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                              | Назначение   | Оснащение  |
|-----------------------------------|--|--|
| Л-131                             | Учебная аудитория  | машины флотационные лабораторные ФМЛ 0,3, ФМ1М и ФМ2М, дистиллятор ДЭ 10, вытяжные шкафы - 2 шт, экран, стойка под проектор с компьютером, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест   |
| Л-132                             | Учебная аудитория  | столы концентрационные СКЛ-2 - 3 шт., столы сухого трения - 2 шт., сепаратор винтовой лабораторный, машина отсадочная лабораторная ОМЛ, макет колесного тяжелосреднего сепаратора, трубка Монро, насос-воронки лабораторные с комплектами гидроциклонов - 2 шт., экран, стойка под проектор с компьютером, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест |
| Л-134                             | Учебная аудитория  | сепараторы магнитные 138СЭ - 2 шт., сепараторы коронно-электростатические ЭС-2 и ЭС-3, весы лабораторные, весы аналитические, сепаратор электромагнитный ЭБМ 32/20 ("Механобр-техника"), электромагнитные анализаторы -2 шт.   |
| Л-122                             | Лаборатория рудоподготовки:  | дробилка щековая "Роклабс Бойд", истиратель проб кольцевой "Роклабс", истиратель проб "Механобр-техника", грохот ГИСЛ 0,5, истиратели проб чашечные, весы технические напольные, система вытяжной вентиляции   |
| Любой корпус<br>Мультимедийная    | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus  |
| Любой корпус<br>Учебная аудитория | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест   |
| Читальный зал №4 (Б)              |  | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета  |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим или лабораторным занятиям

Подготовку к каждому практическому или лабораторному занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического или лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим или лабораторным занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на лекции по отдельным вопросам обсуждаемой темы (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 7...10 мин. Такие выступления помогают четко выражать свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы. Самостоятельное изучение практического материала планируется примерно из расчета 0,3 ч на 1 ч лекции.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3. Внеаудиторная самостоятельная работа.

Перечень лабораторных и практических работ, а также список учебных и методических пособий для этих работ вывешивается в лаборатории и студенты имеют возможность подготовиться к выполнению этих работ. Внеаудиторная самостоятельная работа по лабораторным и практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов, защиту работ.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Следует также подготовить к заполнению таблицы, приведенные в разделе «Порядок выполнения и оформления работы».

Обработка полученных результатов заключается в выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении графиков. Правильно выполненным является график, на осях координат которого показаны параметры и указана их размерность. На осях указаны числа одного порядка, т.е. либо десятые доли, либо целые числа, либо сотни и т.д. Точные координаты экспериментальной точки на осях не показывают, но, поскольку все выполнено в масштабе, их легко установить.

Самостоятельная работа по подготовке к выполнению и защите лабораторных и практических работ планируется из расчета 1 ч на 1 ч занятий.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к тестированию целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).