

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»  
в г. Апатиты

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ОД.2 Обогащение полезных ископаемых**

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии  
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по специальности**

**21.05.04 Горное дело**

**Специализация № 6 Обогащение полезных ископаемых**

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – специалитет**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**горный инженер (специалист)**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2018**

год набора

**Составитель:**

Терещенко С.В., д.т.н.,  
зав. кафедрой горного дела,  
наук о Земле и природообустройства

Утверждено на заседании кафедры  
горного дела, наук о Земле и  
природообустройства  
(протокол № 9 от «30» мая 2018 г.)

Зав. кафедрой

Терещенко С.В.

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – создание объективных условий для понимания студентами компонентов профессиональной компетентности для успешной работы в должностях, соответствующих специальности; выбора ими направлений дальнейшей специализации в процессе обучения в университете; формирование у студентов умения и навыков по выбору методов обогащения полезных ископаемых, составлении технологических схем обогащения, и в оценке параметров обогатительных процессов и возможных путей повышения их эффективности, и освоение студентами современного уровня инженерных знаний в области теории и практики методов обогащения.

По результатам изучения дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» студенты должны:

**а) знать:**

- физико-химические основы основных методов обогащения руд;
- современное состояние технологии обогащения при использовании различных методов и перспективы их развития;
- конструкции и типы основного оборудования, используемого при обогащении руд;

**б) уметь:**

- оценивать возможности разделения руд и обогатимость минерального сырья;
- рассчитывать технологические показатели обогащения и схемы.

После освоения дисциплины студент также должен **владеть**:

- основными методами расчета основных технологических показателей обогатительных операций;
- навыками сбора, анализа и использования информации, необходимой для принятия различных управленческих решений.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующей компетенцией:

- владением основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (ПК-3);
- способностью анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород (ПСК-6.1).

## **3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Обогащение полезных ископаемых» относится к дисциплинам по выбору блока Б1.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Геология», «Математика».

В свою очередь, дисциплина «Обогащение полезных ископаемых» представляет собой методологическую базу для усвоения студентами содержания дисциплин

«Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению», «Гравитационные методы обогащения» и др.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часов. (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

| Курс          | Семестр | Трудоемкость в ЗЕТ | Общая трудоемкость (час.) | Контактная работа |           |          | Всего контактных часов | Из них в интер-активной форме | Кол-во часов на СРС | Курсовые работы | Кол-во часов на контроль | Форма контроля |
|---------------|---------|--------------------|---------------------------|-------------------|-----------|----------|------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|----------------|
|               |         |                    |                           | ЛК                | ПР        | ЛБ       |                        |                               |                     |                 |                          |                |
| 2             | 4       | 2                  | 72                        | 16                | 32        | -        | 48                     | 16                            | 24                  | -               | -                        | зачет          |
| <b>Итого:</b> |         | <b>2</b>           | <b>72</b>                 | <b>16</b>         | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>48</b>              | <b>16</b>                     | <b>24</b>           | <b>-</b>        | <b>-</b>                 | <b>зачет</b>   |

В интерактивной форме часы используются в виде заслушивания и обсуждения подготовленных студентами докладов по тематике дисциплины

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

| № п/п | Наименование раздела, темы                                                                                                                                               | Контактная работа |    |    | Всего контактных часов | Из них в интерактивной форме | Кол-во часов на СРС |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|----|------------------------|------------------------------|---------------------|
|       |                                                                                                                                                                          | ЛК                | ПР | ЛБ |                        |                              |                     |
| 1     | <b>Тема 1.</b> Цель и задачи обогащения минерального сырья.<br><i>Задачи обогащения минерального сырья. Методы обогащения, их физические и физико-химические основы.</i> | 1                 | 2  |    | 3                      | 11                           | 2                   |
| 2     | <b>Тема 2.</b> Физико-химические свойства минералов. Технологические показатели обогащения.<br><i>Основные характеристики вещественного состава полезных ископаемых.</i> | 1                 | 2  |    | 3                      | 1                            | 2                   |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |  |   |   |   |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|---|---|---|
|   | Технологические свойства минералов. Классификация процессов обогащения полезных ископаемых. Основы теории разделения минералов. Технологические показатели обогащения полезных ископаемых. Технологические схемы. Примеры технологических схем рудного и нерудного минерального сырья.                                                                                                                                                                            |   |   |  |   |   |   |
| 3 | <b>Тема 3.</b> Классификация и грохочение руд по крупности. Классификация процессов разделения по крупности и их технологическое назначение. Закономерности и эффективность грохочения. Просеивающие поверхности. Процесс классификации. Закономерности свободного и стеснённого падения частиц в водной и воздушной средах. Характеристики крупности руды. Типы грохотов. Гравитационные и центробежные классификаторы, воздушные сепараторы.                    | 1 | 2 |  | 3 | 1 | 2 |
| 4 | <b>Тема 4.</b> Дробление и измельчение. Назначение и классификация процессов дробления и измельчения. Стадии дробления и измельчения. Классификация и особенности конструкций дробилок и мельниц. Режимы работы мельницы. Схемы дробления и измельчения. Гипотезы дробления. Роль циркулирующей нагрузки. Характеристика вспомогательного оборудования для дробления                                                                                              | 1 | 2 |  | 3 | 1 | 2 |
| 5 | <b>Тема 5.</b> Гравитационное обогащение минерального сырья. Общая характеристика и классификация гравитационных методов обогащения. Разделение минералов в тяжёлых жидкостях и суспензиях. Отсадка. Обогащение на концентрационных столах, винтовых сепараторах, в желобах, шлюзах. Разделение частиц в вертикальном потоке жидкости и в потоках малой толщины. Промывка. Промывочные машины. Конструкции аппаратов, используемых для гравитационного обогащения | 1 | 2 |  | 3 | 1 | 2 |
| 6 | <b>Тема 6.</b> Магнитные методы обогащения. Физические основы. Магнитные свойства минералов. Методы магнитной сепарации для различных видов минерального сырья. Сепараторы для обогащения сильно- и слабомагнитных руд                                                                                                                                                                                                                                            | 1 | 4 |  | 5 | 1 | 2 |
| 7 | <b>Тема 7.</b> Электрические методы обогащения. Физические основы. Методы электрической сепарации и способы зарядки частиц. Классификация сепараторов                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1 | 4 |  | 5 | 1 | 2 |
| 8 | <b>Тема 8.</b> Флотация. Физико-химические основы процесса флотации минерального сырья. Флотореагенты. Свойства Основные типы флотомашин и особенности их применения. Состав основных типов собирателей, пенообразователей, активаторов, депрессоров и регуляторов среды. Флотация апатитовых, апатит-нефелиновых,                                                                                                                                                | 2 | 4 |  | 6 | 1 | 2 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |    |   |    |    |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---|----|----|----|
|     | <i>железных и медно-никелевых руд</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |    |   |    |    |    |
| 9   | <b>Тема 9.</b> Воздушное и хвостовое хозяйство Атмосферный воздух и способы его очистки. Системы вентиляции зданий обогатительных фабрик. Нормы воздухопотребления. Системы хвостового хозяйства. Расчет потребной общей емкости хвостохранилища. Выбор места под хвостохранилище. Схемы заполнения хвостохранилищ. Способы наращивания дамб в процессе эксплуатации хвостохранилищ. Применение сжатого воздуха на обогатительных фабриках. Классификация машин для сжатия и подачи воздуха. Транспортировка и укладка хвостов в отвал. Удаление осветленной воды из хвостовых прудов.оборот осветленной воды. Основные сведения по проектированию хвостового хозяйства обогатительных фабрик | 2  | 2  |   | 4  | 2  | 2  |
| 10  | <b>Тема 10.</b> Вспомогательные процессы обогащения. Обезвоживание (сгущение, фильтрование, сушка). Очистка сточных вод. Обратное водоснабжение. Контроль и опробование технологического процесса. Пылеулавливание и кондиционирование оборотных вод                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1  | 2  |   | 3  | 1  | 2  |
| 11. | <b>Тема 11.</b> Виды перемещения руды на обогатительных фабриках. Пневматический транспорт материалов. Схемы пневмотранспортных установок. Методика расчета пневмотранспортных установок. Гидравлический транспорт материалов. Схемы гидротранспортных установок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | 2  |   | 4  | 2  | 2  |
| 12. | <b>Тема 12.</b> Проблема качества добываемых руд. Методы предконцентрации руд. Усреднительные склады обогатительных фабрик. Радиометрическая сепарация и сортировка. Основные методы радиометрического обогащения. Показатели, определяющие эффективность радиометрической сепарации. Конструктивные особенности установок крупнопорционной сортировки и покусковой сепарации руд                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2  | 4  |   | 6  | 2  | 2  |
|     | Итого:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 16 | 32 | - | 48 | 16 | 24 |
|     | Зачет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |    |   |    |    |    |

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### Основная литература:

1. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник: В 2 т. Т.1.

- Обогащительные процессы - М.: Горная книга, 2006. - 417с.
2. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник: В 2 т. – 2006. – Т.2. Технологии обогащения полезных ископаемых - М.: Горная книга, 2006. - 312с.
  3. Абрамов, А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: Учебник для вузов. В 3 т. - 2-е изд., стер. – М.: МГГУ, 2004. –Т. I. Обогащительные процессы и аппараты. - 470 с.
  4. Терещенко, С.В. Теория и практика радиометрических методов опробования, сортировки и сепарации руд: Учебное пособие /С. В. Терещенко. – Апатиты. Изд.: КФ ПетрГУ, 2007. – 248 с.

**Дополнительная литература:**

1. Кармазин, В.В. Магнитные и электрические методы обогащения /В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. – М.: МГГУ, 2005. - 669 с.
2. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения: учебник для вузов / А.А. Абрамов. - 3-е изд., перераб. и доп. (1-е изд. 1980 г., 2-е изд. 1993 г.). - М.: МГГУ, 2008. - Т. IV. - 710 с.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедийный проектор экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия обеспечивающие тематические иллюстрации и аудиторная мебель (столы, стулья, доска аудиторная);

- помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. MicrosoftWindows.
2. MicrosoftOffice / LibreOffice.

### **7.2. ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

### **7.3. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

#### **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>
2. Электронный справочник "Информιο" для высших учебных заведений  
<http://www.informio.ru/>

#### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

#### **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.