

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ОД.11 Физическая химия**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с 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

**2019**

год набора

**Составитель:**

Иваненко В.И., д.т.н., профессор  
кафедры общих дисциплин,  
Маслобоева С.М., к.т.н., доцент  
кафедры общих дисциплин,  
Ермакова Э.Г., старший преподаватель  
кафедры общих дисциплин

Утверждено на заседании кафедры общих  
дисциплин  
(протокол № 6 от «24»    мая 2019 г.)

Зав. кафедрой  О.В.Савельева

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – развитие у обучающихся химического мировоззрения и приобретения ими современных представлений о строении веществ и о химическом процессе на основе термодинамики и кинетики; освоение теоретических основ классической и статистической термодинамики и способов применения термодинамических методов для решения химических проблем, а также формирования у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать и проводить численные расчеты при описании различных видов химических и фазовых равновесий и свойств веществ в растворах.

В результате освоения содержания дисциплины «Физическая химия» обучающийся должен:

**знать:**

- законы и понятия физической и коллоидной химии;
- структуру и свойства основных фазовых состояний вещества (газы, твердые тела и жидкости); фазовые равновесия; фазовые равновесия в конденсированных системах; химические равновесия; структуру и свойства основных фазовых состояний вещества (газы, твердые тела и жидкости); фазовые равновесия; фазовые равновесия в конденсированных системах; химические равновесия;
- поверхностные явления; адсорбцию веществ на межфазовой поверхности;
- растворы электролитов; электродные процессы и электродвижущие силы;
- кинетику гомогенных химических реакций и гетерогенных процессов.

**уметь:**

- выполнять термохимические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах, тепловых эффектов химических реакций; анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния;
- выполнять расчеты констант скоростей реакций и энергии активации;

**владеть:**

- методами и методиками физико-химического исследования; основными физико-химическими расчетами состояния поверхности минералов, флотационных реагентов и их взаимодействия во флотационных системах;
- современной химической научной терминологией; методами качественного и количественного элементного анализа;
- навыками работы с приборами, постановки простейшего эксперимента и оценки его результатов.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- готовность с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4);
- владение методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр (ПК-2);
- способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию (ПСК-6.2)

### 3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина относится к вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело, специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых».

Дисциплина изучается на втором и третьем году обучения (четвертый и пятый семестр), является логическим продолжением и опирается на знания дисциплины «Химия», устанавливаемые ФГОС ВПО по направлению 21.05.04 «Горное дело». В свою очередь, дисциплина «Физическая химия» логически связана с дисциплинами вариативной части: Обогащение полезных ископаемых, Органическая химия и представляет собой методологическую базу для усвоения обучающимися содержания дисциплин: Флотационные методы обогащения, Очистка сточных вод и оборотное водоснабжение, Окискование, пиро- и гидрометаллургическая переработка руд и концентратов.

### 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 3 зачетных единицы или 108 часов. (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

| Курс          | Семестр | Трудоемкость в ЗЕТ | Общая трудоемкость (час.) | Контактная работа |           |          | Всего контактных часов | Из них в интерактивной форме | Кол-во часов на СРС | Курсовые работы | Кол-во часов на контроль | Форма контроля |
|---------------|---------|--------------------|---------------------------|-------------------|-----------|----------|------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|----------------|
|               |         |                    |                           | ЛК                | ПР        | ЛБ       |                        |                              |                     |                 |                          |                |
| 2             | 4       | 1                  | 36                        | 8                 | 8         | 8        | 24                     | 4                            | 12                  | -               | -                        | -              |
| 3             | 5       | 2                  | 72                        | 14                | 16        | -        | 30                     | 4                            | 42                  | -               | -                        | зачет          |
| <b>Итого:</b> |         | <b>3</b>           | <b>108</b>                | <b>22</b>         | <b>24</b> | <b>8</b> | <b>54</b>              | <b>8</b>                     | <b>54</b>           | -               | -                        | <b>зачет</b>   |

В интерактивной форме часы используются в виде группового обсуждения на лекциях, дискуссий на практических занятиях и работы в малых группах на лабораторных занятиях.

### 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 | Кол-во часов на контроль |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|----------|------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|
|                               |                                                                             | ЛК                | ПР        | ЛБ       |                        |                              |                     |                          |
| 1.                            | Основы учения о строении вещества.                                          | 2                 | -         | -        | 2                      | -                            | 1                   | -                        |
| 2.                            | Основы химической термодинамики.                                            | 2                 | 2         | -        | 4                      | -                            | 2                   | -                        |
| 3.                            | Химическая кинетика.                                                        | 1                 | 1         | -        | 2                      | -                            | 2                   | -                        |
| 4.                            | Химические равновесия.                                                      | 1                 | 1         | -        | 2                      | -                            | 1                   | -                        |
| 5.                            | Растворы                                                                    | 2                 | 4         | -        | 6                      | -                            | 2                   | -                        |
| <b>Лабораторный практикум</b> |                                                                             |                   |           |          |                        |                              |                     |                          |
| 5,7                           | Растворы.<br>Электрохимические процессы.                                    |                   |           | 4        | 4                      | 2                            | 2                   | -                        |
| 8,9                           | Поверхностные явления.<br>Дисперсные системы, их устойчивость и коагуляция. |                   |           | 4        | 4                      | 2                            | 2                   | -                        |
|                               | Итого в 4 семестре:                                                         | 8                 | 8         | 8        | 24                     | 4                            | 12                  | -                        |
| 6.                            | Фазовые равновесия.<br>Диаграммы состояния.                                 | 4                 | 4         | -        | 8                      | 1                            | 12                  | -                        |
| 7.                            | Электрохимические процессы.                                                 | 4                 | 4         | -        | 8                      | 1                            | 10                  | -                        |
| 8.                            | Поверхностные явления.                                                      | 4                 | 4         | -        | 8                      | 1                            | 10                  | -                        |
| 9.                            | Дисперсные системы, их устойчивость и коагуляция.                           | 2                 | 4         | -        | 6                      | 1                            | 10                  | -                        |
|                               | Итого в 5 семестре:                                                         | 14                | 16        |          | 30                     | 4                            | 42                  | -                        |
|                               | <b>Итого:</b>                                                               | <b>22</b>         | <b>24</b> | <b>8</b> | <b>54</b>              | <b>8</b>                     | <b>54</b>           | <b>-</b>                 |

### Содержание дисциплины:

#### Раздел 1. Основы учения о строении вещества.

##### Тема лекции №1 Агрегатные состояния и молекулярно-кинетическая теория.

Классификация агрегатных состояний вещества. Газообразное состояние. Твердое состояние (аморфное и кристаллическое). Полиморфизм. Жидкое состояние. Элементы молекулярно-кинетической теории. Законы идеальных газов. Уравнения состояния идеального газа. Уравнение состояния реального газа.

#### Раздел 2. Основы химической термодинамики.

##### Тема лекции №2 Первый закон термодинамики и термохимия. Термодинамические потенциалы. Химический потенциал.

Предмет и задачи химической термодинамики, её значение для технологов-обогащителей. Основные понятия термодинамики: системы и термодинамические функции. Внутренняя энергия, теплота. Работа. Первое начало термодинамики. Тепловой эффект изобарного процесса, понятие об энтальпии. Теплота реакции. Закон Гесса. Стандартное состояние. Энтальпия образования. Энтропия. Второе начало термодинамики. Термодинамический потенциал Гиббса, его вычисление. Определение направления протекания химических реакций.

Понятие химического потенциала. Уравнение Гиббса-Дюгема. Понятие об активности и фугитивности.

### **Раздел 3. Химическая кинетика.**

**Тема лекции №3.1** Кинетика химических реакций. Гомогенные и гетерогенные процессы. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Порядок и константа скорости реакции. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации процесса. Уравнение Аррениуса. Катализ. Механизмы химических реакций.

### **Раздел 4. Химические равновесия.**

#### **Тема лекции №3.2** Термодинамика химического равновесия

Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия. Смещение равновесия с изменением концентрации, температуры и давления.

### **Раздел 5. Растворы.**

#### **Тема лекции №4** Ионно-молекулярные равновесия. Свойства растворов.

Классификация растворов. Растворимость. Произведение растворимости. Электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Ионное произведение воды. pH раствора. Гидролиз солей. Буферные системы.

Разбавленные растворы. Давление пара растворов. Закон Рауля. Закон Генри. Осмос и осмотическое давление растворов. Закон Вант-Гоффа. Изотонические коэффициенты. Температуры замерзания и кипения растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Особенности свойств сильных электролитов. Теория Дебая-Хюккеля. Электрическая проводимость растворов электролитов. Числа переноса. Закон Кольрауша. Кондуктометрия.

### **Раздел 6.: Фазовые равновесия. Диаграммы состояния.**

#### **Тема лекции №5** Условия существования фаз.

Условие равновесия фаз. Существование фаз. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.

#### **Тема лекции №6** Диаграммы состояния.

Равновесие между фазами и различные виды диаграммы состояния. Системы, образующие твердые растворы, и химические соединения с конгруэнтной и инконгруэнтной точкой плавления. Эвтектическая и перитектическая точки.

### **Раздел 7. Электрохимические процессы.**

#### **Тема лекции №7** Равновесные электродные реакции.

Электродные потенциалы. Электрохимические элементы и электродвижущие силы. Термодинамика электрохимических элементов. Уравнение Нернста. Электроды и их классификация. Стандартный водородный электрод. Электроды первого и второго рода. Окислительно-восстановительные электроды. Водородная шкала потенциалов. Концентрационные элементы и диффузионный потенциал. Потенциометрия.

#### **Тема лекции №8** Неравновесные электродные процессы.

Электролиз. Законы Фарадея. Электродная поляризация. Потенциал разложения и перенапряжение. Электрохимическая коррозия металлов.

### **Раздел 8. Поверхностные явления.**

#### **Тема лекции №9** Термодинамика поверхностных явлений.

Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия Гиббса. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Уравнение адсорбции Гиббса. Смачивание. Капиллярные явления. Адгезия. Когезия. Флотация.

### Тема лекции №10 Процессы массообмена.

Адсорбция. Уравнение Фрейндлиха. Теория адсорбции Ленгмюра. Адсорбция электролитов. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция. Классификация ионитов, их использование в промышленности для очистки сточных вод.

### **Раздел 9. Дисперсные системы, их устойчивость и коагуляция.**

#### Тема лекции №11 Свойства дисперсных систем. Структурообразование в дисперсных системах.

Общая характеристика дисперсных систем. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция и флокуляция. Методы получения лиофобных систем. Коллоидные системы. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление, седиментация. Оптические свойства дисперсных систем. Электрокинетические явления. Дзета-потенциал.

Образование и строение мицелл. Строение зелей и пептизация. Микрогетерогенные системы: суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли. Растворы высокомолекулярных соединений. Гели. Студни

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Основная литература:**

1. Семиохин, И.А. Физическая химия: учебник / И.А. Семиохин. - М.: Изд-во МГУ, 2001
2. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Ермакова. - изд. 28-е, перераб. и доп. - М.: Интеграл - Пресс, 2000;

### **Дополнительная литература:**

3. Гельфман М. И, Ковалевич О. В, Юстратов В. П. Коллоидная химия: Учебник. 4-е изд. Изд-во "Лань", 2008
4. Терзиян Т.В. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие для вузов — издательство Уральского университета, 2012  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=239715](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=239715)
5. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по курсу общей химии. - М.: Интеграл-Пресс, 2001, 2002, 2007.
6. Задачи по физической химии: учебное пособие/ В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А.Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. - М.: Издательство «Экзамен», 2003. (на кафедре)

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

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (оснащены мебелью аудиторной: столы, стулья, доска аудиторная; комплектом мультимедийного оборудования, включающим мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядными пособиями; обеспечивающими тематическими иллюстрациями);

- 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);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);

- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- лаборатория химии (оснащена лабораторными химическими столами, стульями, стеллажами, шкафами вытяжными, столом-мойкой двойной, водонагревателем, дистиллятором, шкафом для хранения реактивов, плитками электрическими, штативами Бунзена и др. лабораторным оборудованием и набором реактивов, доской аудиторной, тематической иллюстрацией Периодическая система Д.И. Менделеева.)

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

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / 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. Электронный справочник "Информιο" для высших учебных заведений  
<http://www.informio.ru/>

#### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КА- ФЕДРЫ**

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.