

Рабочая программа утверждена

решением Учёного совета

ВФ НИТУ МИСиС

от «31» августа 2020г.

протокол № 1-20

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Физическая химия**

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | Естественно-научных дисциплин |
| Направление подготовки | 22.03.02 Металлургия |
| Профиль | Металлургия черных металлов |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | заочная |
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 144 Формы контроля в семестрах: |
| в том числе: | зачет с оценкой 5 семестр |
| аудиторные занятия | 16 |
| самостоятельная работа | 124 |
| часов на контроль | 4 |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>) | 5 (3.1) | | Итого | |
|--|------------|------------|------------|------------|
| | 18 | | | |
| Неделя | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Практические | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Итого ауд. | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Контактная работа | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Сам. работа | 124 | 124 | 124 | 124 |
| Часы на контроль | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):
к.х.н., Доцент, Плехович С.Д.

Рабочая программа

Физическая химия

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ЭМ-16 ЗО.рлх Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.02.2018, протокол № 5-18

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Естественно-научных дисциплин

Протокол от 23.06.2018 г., №6

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Мокрецова Л.О.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | ознакомление с основными понятиями, методами и законами термодинамики, их применением к рассмотрению равновесий химических реакций, фазовых равновесий и электрохимическим явлениям |
| 1.2 | изучение основных законов и понятий кинетики, основных экспериментальных и теоретических подходов к описанию кинетических процессов |
| 1.3 | освоение практических навыков использования физико-химических основ в нанотехнологиях и наноэлектронике |

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|-------------------|--|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Физика |
| 2.1.2 | Химия |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) не обходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Материаловедение Ч2 |
| 2.2.2 | Металлургические технологии |
| 2.2.3 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.4 | Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| | |
|---|--|
| УК-6.1: демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности | |
| Знать: | |
| УК-6.1-31 методы определения термодинамических свойств растворов | |
| УК-6.1-32 знать, как вычислять скорости химических реакций по экспериментальным данным и выполнять расчеты параметров кинетического уравнения | |
| Уметь: | |
| УК-6.1-У1 применять методы термодинамики при анализе химических превращений веществ | |
| УК-6.1-У2 вычислять термодинамические функции для различных процессов | |
| УК-6.1-У3 выполнять расчеты химических равновесий | |
| УК-6.1-У4 строить и читать диаграммы фазовых равновесий | |
| УК-6.1-У5 выполнять термодинамические расчеты электрохимическими методами | |
| УК-6.1-У6 методы формальной кинетики при анализе химических превращений веществ | |
| УК-6.1-У7 вычислять энергию активации для химических реакций и находить температурную зависимость скорости химической реакции | |
| Владеть: | |
| УК-6.1-В1 методологией применения методов химической термодинамики к рассмотрению и анализу физико-химических процессов | |
| УК-6.1-В2 навыками применения законов термодинамики и следствий из них вытекающих к анализу химических и фазовых равновесий, определения направления химических процессов в зависимости от условий их проведения, расчета выхода химических реакций | |
| УК-6.1-В3 методами описания термодинамических свойств идеальных и реальных растворов и их применения для расчетов химических равновесий в растворах | |
| УК-6.1-В4 методами анализа фазовых равновесий | |
| УК-6.1-В5 электрохимическими методами изучения химических равновесий, уметь применять их для анализа работы химических источников тока | |
| УК-6.1-В6 законами диффузии для анализа процессов массопереноса вещества | |
| УК-6.1-В7 методами описания гетерогенных химических реакций и определять лимитирующую стадию процесса | |
| УК-6.1-В8 методами описания твердофазных химических реакций | |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|
| | Раздел 1. Введение. Первый закон термодинамики | | | | | |
| 1.1 | Основные понятия и определения. Математическая формулировка первого закона термодинамики /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 1.2 | Внутренняя энергия и энтальпия. Применение первого закона термодинамики к простейшим процессам. Зависимости внутренней энергии и энтальпии от параметров состояния /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 1.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| | Раздел 2. Применение первого закона термодинамики к химическим процессам. Второй закон термодинамики | | | | | |
| 2.1 | Термохимия. Закон Гесса /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 2.2 | Зависимость теплоты химической реакции от температуры. Обратимые процессы. Математическая формулировка второго закона термодинамики /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 2.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| | Раздел 3. Энтропия | | | | | |
| 3.1 | Определение направления процессов в изолированной системе /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 3.2 | Вычисление энтропии при различных процессах. Статистическая интерпретация понятия энтропии /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 3.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| | Раздел 4. Функции состояния энергия Гиббса и энергия Гельмгольца | | | | | |
| 4.1 | Критерии определения направления процессов в неизолированных системах /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 4.2 | Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от параметров состояния /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 4.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| | Раздел 5. Расчеты химических равновесий | | | | | |
| 5.1 | Изотерма Вант-Гоффа /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 5.2 | Константа равновесия химической реакции. Расчет выхода химической реакции. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Изохора Вант-Гоффа /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| 5.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |
| | Раздел 6. Третий закон термодинамики | | | | | |
| 6.1 | Тепловая теорема Нернста /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 | |

| | | | | | |
|---|--|---|-----|--------|--------------------------|
| 6.2 | Вычисление абсолютных значений энтропии. Применение третьего закона термодинамики для расчетов равновесий /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 6.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 7. Теория растворов | | | | | |
| 7.1 | Парциальные мольные величины. Бесконечно разбавленные растворы /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 7.2 | Законы Генри и Рауля. Выбор стандартного состояния. Равновесия химических реакций в бесконечно разбавленных растворах. Идеальные растворы /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 7.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 8. Реальные растворы | | | | | |
| 8.1 | Активность. Применения активности для расчетов равновесий в растворах /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 8.2 | Методы определения активности /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 8.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 9. Фазовые равновесия | | | | | |
| 9.1 | Правило фаз. Диаграммы фазовых равновесий двухкомпонентных систем /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 9.2 | Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Принципы термодинамического расчета диаграмм состояния /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 9.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 10. Применение термодинамики к электрохимическим процессам | | | | | |
| 10.1 | Термодинамика гальванического элемента. Активность компонентов в растворах электролитов, методы ее определения /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 10.2 | Электродные потенциалы. Определение термодинамических величин электрохимическими методами /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 10.3 | Самостоятельное изучение материала и подготовка к экзамену /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 11. Формальная химическая кинетика | | | | | |
| 11.1 | Кинетика; химическая кинетика, скорость реакции /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 11.2 | Кинетическое уравнение и порядок реакции. Порядок реакции; время полупревращения /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 11.3 | Самостоятельное изучение материала. Методы определения порядка реакции /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 12. Кинетика вблизи равновесия. Зависимость скорости реакции от температуры | | | | | |
| 12.1 | Кинетика и равновесие /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 |

| | | | | | |
|--|--|---|-----|--------|------------------------|
| 12.2 | Зависимость скорости реакции от температуры. Теория переходного состояния (теория абсолютных скоростей реакций) /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 12.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 13. Кинетика сложных реакций | | | | | |
| 13.1 | Кинетика параллельных и последовательных реакций /Лек/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 13.2 | Автокаталитические реакции в открытых системах. Цепные реакции /Пр/ | 5 | 0,5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 13.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 14. Диффузия | | | | | |
| 14.1 | Диффузия – общее описание /Лек/ | 5 | 0,3 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 14.2 | 2-ое уравнение диффузии, основные решения. Основные результаты экспериментальных исследований диффузии в твердых тела /Пр/ | 5 | 0,3 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 14.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 15. Механизмы диффузии в твердых телах | | | | | |
| 15.1 | Модель случайных блужданий /Лек/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 15.2 | Механизмы диффузии в кристаллах. Диффузия в многофазных системах /Пр/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 15.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 16. Кинетика гетерогенных процессов | | | | | |
| 16.1 | Общие понятия гетерогенной кинетики /Лек/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 16.2 | Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 16.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 17. Поверхностные явления | | | | | |
| 17.1 | Поверхности раздела фаз, их характеристики /Лек/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 17.2 | Теория Лангмюра. Эффективная поверхность. Полимолекулярная адсорбция. Адсорбция в растворах /Пр/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 17.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 18. Фазовые переходы 1-го рода | | | | | |
| 18.1 | Критический размер зародышей. Скорость зарождения центров и линейная скорость роста /Лек/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 18.2 | Гетерогенное образование зародышей. Уравнение Авраами /Пр/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |

| | | | | | |
|--|--|---|-----|--------|------------------------|
| 18.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 19. Фазовые превращения 2-го рода. Теория электролитов | | | | | |
| 19.1 | Фазовые превращения 2-го рода /Лек/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 19.2 | Теория электролитов. Положения теории Аррениуса. Определение степени диссоциации /Пр/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 19.3 | Самостоятельное изучение материала /Ср/ | 5 | 5 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| Раздел 20. Электродные процессы. Общее заключение | | | | | |
| 20.1 | Электродные процессы /Лек/ | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 20.2 | Электрохимия окислительно-восстановительных процессов. Термодинамика электродных процессов. Типы | 5 | 0,2 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| 20.3 | Самостоятельное изучение материала и подготовка к зачету с оценкой /Ср/ | 5 | 29 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |
| | Контроль | | 4 | УК-6.1 | Л1.Л2.Л3.1 Э1 Э2 Э3 |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библио тека | Издательство, год |
|------|---------------------|--|----------------------|-------------------|
| Л1.1 | Капуткина Н.Е. | Физическая химия. Раздел: Термодинамика: Учебное пособие | Методические пособия | Москва, 2001 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библио тека | Издательство, год |
|------|---|---------------------------|---------------------|--------------------|
| Л2.1 | Кудряшова Н.С. Кудряшова Н.С., Бондарева Л.Г. | Физическая химия: учебник | Электронный каталог | Москва Юрайт, 2012 |

6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, составители | Заглавие | Библио тека | Издательство, год |
|------|--------------------------|--|----------------------|-------------------|
| Л3.1 | Астахов М.В., Зайцев А.К | Методические указания для выполнения домашних заданий по курсу "Физическая химия": Методические указания | Методические пособия | Москва, 1986 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | Научная электронная библиотека https://elibrary.ru | https://elibrary.ru |
| Э2 | Электронная библио тека МИСиС http://lib.misis.ru | http://lib.misis.ru |
| Э3 | ЭБС Университетская библио тека онлайн http://biblioclub.ru | http://biblioclub.ru |

6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

| | |
|-----|------------------|
| П.1 | Microsoft Office |
| П.2 | Microsoft Teams |
| П.3 | Canvas |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|-----|--|
| И.1 | Научная электронная библиотека https://elibrary.ru |
|-----|--|

| | |
|-----|---|
| И.2 | Электронная библиотека МИСиС http://lib.misis.ru |
| И.3 | ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru |
| И.4 | Российская платформа открытого образования http://openedu.ru |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|--|--|
| 12 | Физическая химия | компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к интернету |
| 33 | Физическая химия | Автоматизированный калориметр, Электронный микроскоп, Компьютер, Оборудование для проведения демонстрационных опытов с использованием компьютера, Доска аудиторская с магнитной поверхностью и с приспособлениями для крепления таблиц, Стол демонстрационный химический, Столы двухместные лабораторные ученические в комплекте со стульями разных ростовых размеров), Подставка для технических средств обучения, Шкафы секционные для хранения оборудования, Раковина – мойка (в кабинете и лаборантской), Доска для сушки посуды, Шкаф вытяжной, Стенды экспозиционные |
| 46 | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся | Аудитория № 46 помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Изучение дисциплины базируется на использовании лабораторных и практических работ и выполнении домашних заданий. Лекции по курсу проводятся в компьютерном классе с использованием мультимедийной техники и объединяются по времени с проведением лабораторных работ.

Для успешного освоения дисциплины "Физическая химия" обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы - MS Teams.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы с своевременно обращаться к преподавателю.
4. Своевременно выполнять домашние задания.