

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 Metallургия
Профиль	Metallургия черных металлов
Квалификация	<b>Бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану	144
в том числе:	144 Формы контроля в семестрах:
аудиторные занятия	зачет с оценкой 3 семестр
самостоятельная работа	72
	70

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
КСР	2	2	2	2
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	74	74	74	74
Сам. работа	70	70	70	70
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-20.plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 27.02.2020, протокол № 5-20

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Естественно-научных дисциплин**

Протокол от 23.06.2020 г., №6

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

### 1. ЦЕЛИ 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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физика
2.1.2	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Материаловедение 1 часть
2.2.2	Теплофизика и теплотехника
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

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
	<b>Раздел 1. Введение. Первый закон термодинамики</b>					
1.1	Основные понятия и определения. Математическая формулировка первого закона термодинамики /Лек/	3	2	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/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	5	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 2. Применение первого закона термодинамики к химическим процессам. Второй закон термодинамики</b>					
2.1	Термохимия. Закон Гесса /Лек/	3	2	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/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	5	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 3. Энтропия</b>					
3.1	Определение направления процессов в изолированной системе /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.2	Вычисление энтропии при различных процессах. Статистическая интерпретация понятия энтропии /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	5	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 4. Функции состояния энергия Гиббса и энергия Гельмгольца</b>					
4.1	Критерии определения направления процессов в неизолированных системах /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от параметров состояния /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	5	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 5. Расчеты химических равновесий</b>					
5.1	Изотерма Вант-Гоффа /Лек/	3	2	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/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	5	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 6. Третий закон термодинамики</b>					
6.1	Тепловая теорема Нернста /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

6.2	Вычисление абсолютных значений энтропии. Применение третьего закона термодинамики для расчетов равновесий /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
6.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	5	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 7. Теория растворов</b>					
7.1	Парциальные мольные величины. Бесконечно разбавленные растворы /Лек/	3	2	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/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
7.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 8. Реальные растворы</b>					
8.1	Активность. Применения активности для расчетов равновесий в растворах /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
8.2	Методы определения активности /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
8.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 9. Фазовые равновесия</b>					
9.1	Правило фаз. Диаграммы фазовых равновесий двухкомпонентных систем /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
9.2	Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Принципы термодинамического расчета диаграмм состояния /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
9.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 10. Применение термодинамики к электрохимическим процессам</b>					
10.1	Термодинамика гальванического элемента. Активность компонентов в растворах электролитов, методы ее определения /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
10.2	Электродные потенциалы. Определение термодинамических величин электрохимическими методами /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
10.3	Самостоятельное изучение материала и подготовка к экзамену /Ср/	3	3		Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 11. Формальная химическая кинетика</b>					
11.1	Кинетика; химическая кинетика, скорость реакции /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
11.2	Кинетическое уравнение и порядок реакции. Порядок реакции; время полупревращения /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
11.3	Самостоятельное изучение материала. Методы определения порядка реакции /Ср/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 12. Кинетика вблизи равновесия. Зависимость скорости реакции от температуры</b>					
12.1	Кинетика и равновесие /Лек/	3	2	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/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
12.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 13. Кинетика сложных реакций</b>					
13.1	Кинетика параллельных и последовательных реакций /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
13.2	Автокаталитические реакции в открытых системах. Цепные реакции /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
13.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 14. Диффузия</b>					
14.1	Диффузия – общее описание /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
14.2	2-ое уравнение диффузии, основные решения. Основные результаты экспериментальных исследований диффузии в твердых тела /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
14.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 15. Механизмы диффузии в твердых телах</b>					
15.1	Модель случайных блужданий /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
15.2	Механизмы диффузии в кристаллах. Диффузия в многофазных системах /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
15.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 16. Кинетика гетерогенных процессов</b>					
16.1	Общие понятия гетерогенной кинетики /Лек/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
16.2	Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/	3	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
16.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 17. Поверхностные явления</b>					
17.1	Поверхности раздела фаз, их характеристики /Лек/	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
17.2	Теория Лангмюра. Эффективная поверхность. Полимолекулярная адсорбция. Адсорбция в растворах /Пр/	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
17.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 18. Фазовые переходы 1-го рода</b>					
18.1	Критический размер зародышей. Скорость зарождения центров и линейная скорость роста /Лек/	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
18.2	Гетерогенное образование зародышей. Уравнение Авраами /Пр/	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3

18.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 19. Фазовые превращения 2-го рода. Теория электролитов</b>					
19.1	Фазовые превращения 2-го рода /Лек/	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
19.2	Теория электролитов. Положения теории Аррениуса. Определение степени диссоциации /Пр/	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
19.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 20. Электродные процессы. Общее заключение</b>					
20.1	Электродные процессы /Лек/	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
20.2	Электрохимия окислительно-восстановительных процессов. Термодинамика электродных процессов. Типы	3	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
20.3	Самостоятельное изучение материала и подготовка к экзамену /Ср/	3	3	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3.1 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	Библиотека	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	Библиотека	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	Библиотека	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 <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
Э2	Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>	<a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>
Э3	ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

##### 6.3 Перечень 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 <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
И.2	Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>
И.3	ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

И.4	Российская платформа открытого образования <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>	
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>		
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
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>		
<p>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.</p> <p>Для успешного освоения дисциплины "Физическая химия" обучающемуся необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Посещать все виды занятий.</li> <li>2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы - MS Teams.</li> <li>3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю.</li> <li>4. Своевременно выполнить домашние задания.</li> </ol>		