

Выксунский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

ФИО: Кудашов Дмитрий Викторович

Должность: Директор Выксунского филиала НИТУ "МИСиС"

Дата подписания: 15.12.2022 14:48:10

Универсальный программный ключ:

61900170727685ca9c00adba42f2def217068

от «26» мая 2022г.

протокол №7-22

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физическая химия

Закреплена за кафедрой

Направление подготовки

Профиль

Квалификация

Форма обучения

Общая трудоемкость

Часов по учебному плану

в том числе:

аудиторные занятия

самостоятельная работа

Естественно-научных дисциплин

22.03.02 Металлургия

Металлургия черных металлов

**бакалавр**

**очная**

**3 ЗЕТ**

108 Формы контроля в семестрах:

зачет с оценкой 3

36

72

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>3 (2.1)</b>		Итого	
	19			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	72	72	72	72
Итого	108	108	108	108

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 - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ЭМ-22.plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Естественно-научных дисциплин**

Протокол от 19.05.2022 г., №9

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 нанозлектронике

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
<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	Основы металлургии
2.2.2	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
2.2.4	Основы автоматизации металлургических процессов
2.2.5	Термодинамика и кинетика сталеплавиельных процессов
2.2.6	Термическая обработка металлопродукции

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

<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
<b>УК-1.3: Выбирает оптимальный вариант решения задачи с использованием соответствующих методов</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1.3-32 знать, как вычислять скорости химических реакций по экспериментальным данным и выполнять расчеты параметров кинетического уравнения	
УК-1.3-31 методы определения термодинамических свойств растворов	
<b>Уметь:</b>	
УК-1.3-У5 выполнять термодинамические расчеты электрохимическими методами	
УК-1.3-У6 методы формальной кинетики при анализе химических превращений веществ	
УК-1.3-У7 вычислять энергию активации для химических реакций и находить температурную зависимость скорости химической реакции	
УК-1.3-У4 строить и читать диаграммы фазовых равновесий	
УК-1.3-У1 применять методы термодинамики при анализе химических превращений веществ	
УК-1.3-У2 вычислять термодинамические функции для различных процессов	
УК-1.3-У3 выполнять расчеты химических равновесий	
<b>Владеть:</b>	
УК-1.3-В6 законами диффузии для анализа процессов массопереноса вещества	
УК-1.3-В5 электрохимическими методами изучения химических равновесий, уметь применять их для анализа работы химических источников тока	
УК-1.3-В8 методами описания твердофазных химических реакций	
УК-1.3-В7 методами описания гетерогенных химических реакций и определять лимитирующую стадию процесса	
УК-1.3-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-1.3-В1 методологией применения методов химической термодинамики к рассмотрению и анализу физико-химических	

процессов						
УК-1.3-В4 методами анализа фазовых равновесий						
УК-1.3-В3 методами описания термодинамических свойств идеальных и реальных растворов и их применения для расчетов химических равновесий в растворах						
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>						
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	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.2	Внутренняя энергия и энтальпия. Применение первого закона термодинамики к простейшим процессам /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Зависимости внутренней энергии и энтальпии от параметров состояния /Пр/	3	0,4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	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	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Зависимость теплоты химической реакции от температуры /Пр/	3	0,3	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.3	Обратимые процессы /Пр/	3	0,3	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 3. Энтропия</b>					
3.1	Определение направления процессов в изолированной системе /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.2	Вычисление энтропии при различных процессах /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.3	Статистическая интерпретация понятия энтропии /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	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	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Критерии определения направления процессов в неизолированных системах /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.3	Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от параметров состояния /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

4.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 5. Расчеты химических равновесий</b>						
5.1	Изотерма Вант-Гоффа /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.2	Константа равновесия химической реакции /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.3	Расчет выхода химической реакции /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 6. Третий закон термодинамики</b>						
6.1	Тепловая теорема Нернста /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.2	Вычисление абсолютных значений энтропии /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.3	Применение третьего закона термодинамики для расчетов равновесий /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 7. Теория растворов</b>						
7.1	рПарциальные мольные величины. Бесконечно разбавленные растворы /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.2	Законы Генри и Рауля /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.3	Выбор стандартного состояния /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	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	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
8.2	Методы определения активности /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
8.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 9. Фазовые равновесия</b>						
9.1	Правило фаз. Диаграммы фазовых равновесий двухкомпонентных систем /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
9.2	Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Принципы термодинамического расчета диаграмм состояния /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
9.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	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 /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
10.2	Электродные потенциалы. Определение термодинамических величин электрохимическими методами /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
10.3	Самостоятельное изучение материала и подготовка к экзамену /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 11. Формальная химическая кинетика</b>					
11.1	Кинетика; химическая кинетика, скорость реакции /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
11.2	Кинетическое уравнение и порядок реакции /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
11.3	Самостоятельное изучение материала. Методы определения порядка реакции /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
	<b>Раздел 12. Кинетика вблизи равновесия. Зависимость скорости реакции от температуры</b>					
12.1	Кинетика и равновесие /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
12.2	Зависимость скорости реакции от температуры /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
12.3	Теория переходного состояния (теория абсолютных скоростей реакций) /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
12.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
	<b>Раздел 13. Кинетика сложных реакций</b>					
13.1	Кинетика параллельных и последовательных реакций /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
13.2	Автокаталитические реакции в открытых системах /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
13.3	Цепные реакции /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
13.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
	<b>Раздел 14. Диффузия</b>					
14.1	Диффузия – общее описание /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
14.2	2-ое уравнение диффузии, основные решения /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
14.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 15. Механизмы диффузии в твердых телах</b>					

15.1	Модель случайных блужданий /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.2	Механизмы диффузии в кристаллах /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.3	Диффузия в многофазных системах /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 16. Кинетика гетерогенных процессов</b>						
16.1	Общие понятия гетерогенной кинетики /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
16.2	Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
16.3	Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
16.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
<b>Раздел 17. Поверхностные явления</b>						
17.1	Поверхности раздела фаз, их характеристики /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.2	Теория Лангмюра /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.3	Эффективная поверхность. Полимолекулярная адсорбция /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 18. Фазовые переходы 1-го рода</b>						
18.1	Критический размер зародышей /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
18.2	Скорость зарождения центров и линейная скорость роста /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
18.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	2	УК-1.3	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-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
19.2	Теория электролитов. Положения теории Аррениуса /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
19.3	Теория электролитов. Определение степени диссоциации /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
19.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

	<b>Раздел 20. Электродные процессы. Общее заключение</b>					
20.1	Электродные процессы /Лек/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.2	Электрохимия окислительно-восстановительных процессов /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.3	Термодинамика электродных процессов /Пр/	3	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.4	Самостоятельное изучение материала и подготовка к зачету /Ср/	3	6	УК-1.3	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	Кудряшева 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>
Э4	Физическая химия. Кинетика	<a href="https://openedu.ru/course/misis/CHKIN/">https://openedu.ru/course/misis/CHKIN/</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>

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
12	Физическая химия	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к интернету
33	Физическая химия	Мини-экспресс-лаборатория для учебных экологических исследований "Пчелка-У", Многофункциональный прибор 4 в 1 DT-8820, Люксметр ЛЮМ-1, комплект тематических презентаций, доступ к интернету



## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Объем знаний, которые необходимо усвоить при изучении учебной дисциплины, определяется федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), который определяет государственные требования к минимуму содержания знаний и уровню подготовки выпускника по дисциплине. Образовательные результаты освоения дисциплины, соответствующие определенным компетенциям согласно ФГОС, приведены в начале настоящей программы. Содержание тем учебной дисциплины и тем практических занятий приведены в программе. Этим определяются минимальные знания, которые студент должен демонстрировать после изучения дисциплины. Итовым контролем по дисциплине является зачет с оценкой. Зачет проводится аудиторно по вопросам. Для успешной подготовки к итоговому контролю предлагается выполнить следующие мероприятия: систематически прорабатывать лекционный материал при подготовке к практическим занятиям; выполнить практические работы по всем темам дисциплины (выполнение практических работ предусматривает заполнение отчетов, которые составляются в электронном виде); защитить практические работы по всем темам дисциплины. Защита проводится в виде собеседования