

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
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

Рабочая программа утверждена

решением Ученого совета

ВФ НИТУ "МИСиС"

от «28» июня 2021г.

протокол №9-21

Информация о владельце:  
Выксунский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"  
a6c4d1727a6c5ca9c00adba42f2def217068

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физическая химия

Закреплена за кафедрой	Естественно-научных дисциплин
Направление подготовки	22.03.02 Металлургия
Профиль	Металлургия 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:	Формы контроля в семестрах:
аудиторные занятия	зачет с оценкой 3
самостоятельная работа	72
	70

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2,1)		Итого	
	уп	рп	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 - 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-21.plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2021, протокол № 6-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Естественно-научных дисциплин**

Протокол от 25.06.2021 г., №11

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 нанoeлектронике

### 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	Основы металлургии
2.2.2	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.3	Научная-исследовательская работа
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
2.2.5	Основы автоматизации металлургических процессов
2.2.6	Термодинамика и кинетика сталеплавильных процессов

### 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	2	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	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Зависимости внутренней энергии и энтальпии от параметров состояния /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Зависимость теплоты химической реакции от температуры /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.3	Обратимые процессы /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.2	Вычисление энтропии при различных процессах /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.3	Статистическая интерпретация понятия энтропии /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Критерии определения направления процессов в неизолированных системах /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.3	Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от параметров состояния /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.2	Константа равновесия химической реакции /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.3	Расчет выхода химической реакции /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.2	Вычисление абсолютных значений энтропии /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.3	Применение третьего закона термодинамики для расчетов равновесий /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.2	Законы Генри и Рауля /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.3	Выбор стандартного состояния /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
8.2	Методы определения активности /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
9.2	Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Принципы термодинамического расчета диаграмм состояния /Пр/	3	1	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	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
11.2	Кинетическое уравнение и порядок реакции /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
11.3	Самостоятельное изучение материала. Методы определения порядка реакции /Ср/	3	4	УК-1.3	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-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
12.2	Зависимость скорости реакции от температуры /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
12.3	Теория переходного состояния (теория абсолютных скоростей реакций) /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
12.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	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-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
13.2	Автокаталитические реакции в открытых системах /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
13.3	Цепные реакции /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
13.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 14. Диффузия</b>					
14.1	Диффузия – общее описание /Лек/	3	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
14.2	2-ое уравнение диффузии, основные решения /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.2	Механизмы диффузии в кристаллах /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.3	Диффузия в многофазных системах /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
16.2	Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
16.3	Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
16.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	3	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 17. Поверхностные явления</b>						
17.1	Поверхности раздела фаз, их характеристики /Лек/	3	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.2	Теория Лангмюра /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.3	Эффективная поверхность. Полимолекулярная адсорбция /Пр/	3	1	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	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
18.2	Скорость зарождения центров и линейная скорость роста /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
19.2	Теория электролитов. Положения теории Аррениуса /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
19.3	Теория электролитов. Определение степени диссоциации /Пр/	3	1	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	2	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.2	Электрохимия окислительно-восстановительных процессов /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.3	Термодинамика электродных процессов /Пр/	3	1	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.4	Самостоятельное изучение материала и подготовка к экзамену /Ср/	3	4	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>

##### 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 ЛЮОМ-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 лабораторных практикумов и практических занятий приведены в программе. Этим определяются минимальные знания, которые студент должен продемонстрировать после изучения дисциплины. Итоговым контролем по дисциплине является экзамен. Экзамен проводится аудиторно по индивидуальным билетам. Для успешной подготовки к итоговому контролю предлагается выполнить следующие мероприятия: систематически прорабатывать лекционный материал при подготовке к практическим и лабораторным занятиям; выполнить лабораторные работы по всем темам дисциплины (выполнение лабораторных работ предусматривает заполнение отчетов, которые составляются в электронном виде); защитить лабораторные работы по всем темам дисциплины. Защита проводится в виде собеседования