

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:34:34  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f86ca882b8d6b2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

« 18 » декабря 2020 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Физическая химия»

Направление подготовки – 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Направленность (профиль) - «Инженерная защита окружающей среды»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**Компетенция ПК-1 «Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.117 «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2020 г. N 569н**

**Обобщенная трудовая функция - С [6]** Разработка и проведение мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности организации

**Трудовая функция- С/02.6** Экологическое обеспечение производства новой продукции в организации

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ФХ Способен использовать законы и положения физической химии при обосновании выбора методов и средств инженерной защиты окружающей среды	<i>Научно-исследовательский тип задач:</i> анализ, выбор и обоснование известных методов и средств защиты человека и среды обитания с учетом естественно-научных, социально-экономических, технических аспектов производства	<b>Знание</b> фундаментальных разделов и законов физической химии и основных экспериментальных методов исследования физико-химических свойств веществ <b>Умение</b> использовать знания фундаментальных законов и экспериментальные методы исследования физической химии, к решению поставленных задач. <b>Опыт проведения</b> термодинамических расчетов и анализа свойств материалов, а также физических и химических процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Изучению модуля предшествует формирование компетенций в дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия», «Экология», «Аналитическая химия», «Органическая химия».

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	4	5	180	32	0	32	80	Экз(36)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)			
1. Предмет физической химии, её значение. Основы теории химической связи.	2	-	-		2	Опрос
2. Основные понятия химической термодинамики. Основы термодинамики.	12	-	10		20	Контрольные работы 1 и 2
						Защита практических заданий
						Выполнение и защита индивидуального задания 1
3. Химическое равновесие.	2	-	6		6	Выполнение индивидуального задания 2
4. Фазовые равновесия.	10	-	8		28	Выполнение индивидуального задания 2
						Защита практических заданий
5. Растворы.	4	-	4		8	Контрольная работа 3
						Выполнение домашнего задания 1
6. Поверхностные	2	-	4		16	Контрольная работа 4

№ и наименование явления, адсорбция.	Контактная работа			Формы текущего контроля	
					Защита практических заданий
					Выполнение домашнего задания 2

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Предмет и задачи физической химии (ФХ). История и основные направления развития ФХ. Принципы исследования свойств вещества. Роль термодинамики (ТД), кинетики и квантовой химии в описании химических и физических явлений. Строение молекул и природа химической связи. Виды химических связей.
2	2	2	Основные понятия химической ТД. Различные виды систем. Понятие о ТД системе и ТД параметрах. Виды состояний систем. Различные виды процессов. Понятие о ТД функциях. Основные постулаты ТД. Уравнения состояния конденсированных и газовых систем. Первый закон ТД. Понятие о внутренней энергии, теплоте и работе. Применение первого начала ТД к идеальным газам. Закон Гесса.
	3	2	Понятие о теплоёмкости. Теории теплоёмкости газа и конденсированных тел. Методы её оценки на основе экспериментальных данных. Зависимость теплоёмкости от температуры. Зависимость теплового эффекта от температуры и давления. Формула Кирхгофа. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Понятие о характеристической температуре и методы её оценки на основе экспериментальных данных. Экспериментальные методы исследования теплоёмкости.
	4	2	Второе начало ТД для обратимых и необратимых процессов. Энтропия. Изменение энтропии в разных процессах. Обобщенная форма первого и второго законов, фундаментальное уравнение Гиббса. Абсолютная энтропия. Постулат Планка. Третий закон ТД. Энтропия открытых систем. Элементы статистической термодинамики.
	5	2	Методы расчёта энтропии в разных процессах. Примеры расчёта энтропии. Энтропия и ТД вероятность. Связь макроскопической ТД и статистической физики. Изменение энтропии при фазовых переходах. Виды энтропии для различных видов систем. Оценка величины энтропии на основе экспериментальных данных.
6	2	Характеристические функции. Метод ТД потенциалов Гиббса. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения Гиббса.	

			Систематика характеристических функций. Соотношения Максвелла. Связь между функцией Гиббса и Гельмгольца с другими ТД функциями. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Состояние равновесия и ТД потенциалы. ТД сложных систем. Основные представления о ТД неравновесных процессов.
	7	2	Расчёт изменения энергии Гиббса и Гельмгольца в различных процессах: при изменении температуры и давления. Расчёт изменения энергии Гиббса и Гельмгольца при химической реакции. Расчёт изменения энергии Гиббса и Гельмгольца на основе экспериментальных данных. Основные представления о ТД малых систем. Фугитивность. Химический потенциал идеального и реального газов.
3	8	2	Учение о химическом равновесии. Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия. Направление химической реакции. Закон действия масс. Стандартная энергия Гиббса реакции и константа равновесия. Уравнения изобары и изохоры реакции. Постулат Планка. Абсолютная энтропия химического соединения. Расчёт констант равновесия реакций при различных температурах на основе абсолютных значений энтропий.
4	9	2	Основы учения о гетерогенных равновесиях. Фазовые превращения. Понятие фазы. Основные определения. Условия ТД равновесия компонента в гетерогенной системе. Правило фаз Гиббса.
	10	2	Фазовые диаграммы однокомпонентных систем на примере углерода и воды. Уравнение Клазиуса – Клайперона. Явления аллотропии и полиморфизма. ТД соотношения полиморфов. Энантиотропия и монотропия. Фазовая диаграмма серы. Правило стадий Освальда. Метастабильные фазы.
	11	2	ТД обоснование фазовых равновесий однокомпонентных систем. Процессы образования фаз. Фазовые переходы первого и второго рода. Методы исследования и построения фазовых диаграмм. Представление о Р-Т-Х диаграммах состояния.
	12	2	Двухкомпонентные системы. Основы термического анализа. ТД вывод основных типов диаграмм состояния с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Системы с эвтектикой. Системы с неограниченной растворимостью компонентов. Системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся химическим соединением и их ТД обоснование. Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью в твёрдом состоянии. Правило рычага.
	13	2	Диаграммы растворимости. Применение диаграмм растворимости. Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе. Изменение взаимной растворимости ограничено растворимых компонентов друг в друге с повышением температуры. Определение состава и массы слоев в точке внутри гетерогенной области. Методы определения критической температуры расслаивания. Правило Алексева. Опалесценция.

5	14	2	Растворы и их классификация. Строение жидких фаз. ТД теория растворов. Парциальные молярные величины. ТД функции смешения. Идеальные и предельно разбавленные растворы. Активности компонентов растворов. Уравнения Рауля и Генри. Различные модели растворов: идеальные, регулярные, субрегулярные. Парциальные величины. Функции смешения. Избыточные ТД функции.
	15	2	Температуры кипения и замерзания растворов. Растворимость твердых тел. Осмотическое давление. Мембранное равновесие. Перегонка летучих жидких смесей.
6	16	2	Поверхностные явления и адсорбция. Типы адсорбционных взаимодействий. Изотермы адсорбции газов. Уравнение Генри и Лэнгмюра. Полимолекулярная адсорбция, теория БЭТ. Фундаментальные уравнения и адсорбционная формула Гиббса. Поверхностно-активные и инактивные вещества.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
2	1	2	Изучение основных понятий химической ТД. Примеры и решение задач по теме: уравнения состояния газов. Применение первого начала к химическим процессам. Термохимия. Закон Гесса. Методы расчёта энтальпий химических реакций и образования соединений. Расчет энтальпии реакций по энтальпии образования соединений. Расчет энтальпии реакций (сгорания, образования) с использованием справочных данных. Примеры и решение задач. Выдача Индивидуального домашнего задания 1.
	2	2	Проведение практической (лабораторной) работы 1 «Калориметрия. Расчет удельной теплоты растворения хорошо растворимых солей». Контроль выполнения Индивидуального домашнего задания 1 (часть 1).
	3	2	Расчет стандартной энтальпии образования различных соединений при различных температурах и данных по теплоемкостям. Примеры использования закона Кирхгоффа. Контрольная работа 1.
	4	2	Расчет изменения энтропии в различных процессах, химических реакциях. Расчет энтропии образования соединений при заданных температуре и давлении. Расчет энтропии по результатам измерения теплоёмкости. Методы оценки достоверности экспериментальных данных о теплоемкости различных веществ. Контроль выполнения Индивидуального домашнего задания 1 (часть 2).
	5	2	Характеристические функции и их систематика. Расчет изменения

			энергии Гиббса различных реакций при заданной температуре. Особенности использования справочных данных. Вычисление стандартной энергии Гиббса и Гельмгольца для случая образования соединения. Основные представления о ТД неравновесных процессов. Контроль выполнения Индивидуального домашнего задания 1 (часть 3). Контрольная работа 2.
3	6	2	Расчеты химического равновесия. Метод расчета констант равновесий по стандартным ТД величинам. Расчет константы равновесия заданной реакции при различных температурах и давлениях. Направление химической реакции. Контроль выполнения индивидуального домашнего задания 1 (часть 4).
	7	2	Анализ тепловых эффектов. Методы дилатометрии, термогравиметрии в исследовании фазовых превращений. Знакомство с современными методами калориметрии и расчет тепловых эффектов на основе экспериментальных данных. Просмотр презентации и выполнение тест-задания.
	8	2	Подготовка презентации и сдача Индивидуального домашнего задания 1.
4	9	2	Фазовые равновесия. Анализ диаграмм состояния однокомпонентных систем с использованием уравнения Клаузиуса – Клайперона. Изучение фазовых диаграмм воды, углерода, серы. Полиморфные превращения. Построение фазовых диаграмм однокомпонентных систем. ТД обоснование диаграммы. Решение задач.
	10	2	Экспериментальные методы построения фазовых диаграмм бинарных систем. Проведение практической (лабораторной) работы 2 «Изучение диаграммы температура кипения-состав пара над жидкими двухкомпонентными растворами».
	11	2	Метод термического анализа и другие методы построения и исследования фазовых равновесий. Правило фаз Гиббса. Правило рычага. Проведение практической (лабораторной) работы 3 «Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы эвтектического типа». Выдача индивидуального домашнего задания 2.
	12	2	Сдача индивидуально домашнего задания 2. Контроль выполнения и сдача практических (лабораторных) работ 2 и 3.
5	13	2	Растворы и их классификация. Расчет ТД функций смешения. Криоскопия и эбуллиоскопия. Расчет давления пара над раствором и растворимости твердых тел в жидкостях. Решение задач. Выдача домашнего задания 1.
	14	2	Контрольная работа 3. Проверка домашнего задания 1.
6	15	2	Расчет величины адсорбции из данных по давлению пара и константе равновесия. Проведение лабораторной работы 4 «Адсорбция из растворов на границе твердое тело – жидкость». Расчет коэффициентов адсорбции. Решение задач. Выдача

			домашнего задания 2.
	16	2	Контрольная работа 4. Проверка домашнего задания 2.

#### 4.3. Лабораторные работы

*Не предусмотрены*

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Проработка теоретического материала лекций. Подготовка к устному опросу по материалам Модуля 1
2	8	Проработка теоретического материала лекций
	2	Подготовка к защите практической работы
	4	Подготовка к Контрольным работам 1 и 2
	6	Выполнение Индивидуального домашнего задания 1
3	2	Проработка теоретического материала лекций
	4	Выполнение Индивидуального домашнего задания 1. Подготовка презентации
4	8	Проработка теоретического материала лекций
	4	Подготовка к практическим работам
	8	Подготовка к защите практических работ
	8	Выполнение Индивидуального домашнего задания 2
5	4	Проработка теоретического материала лекций
	2	Подготовка к Контрольной работе 3
	2	Выполнение домашнего задания 1
6	2	Проработка теоретического материала лекций
	2	Подготовка к Контрольной работе 4
	4	Подготовка к практической работе
	4	Подготовка к защите практической работы
	4	Выполнение домашнего задания 2

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

### Модули 1-7:

- ✓ *Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине: «Физическая химия»*
- ✓ *Методические указания для студентов по выполнению индивидуального задания*

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Стромберг А.Г. Физическая химия : Учебник для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; Под ред. А.Г. Стромберга. - 7-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2009. - 528 с.
2. Михайлова М.С. Физическая химия : Метод. указания по выполнению семестровых заданий и курсовых работ. Ч. 2 / М.С. Михайлова, К.Б. Поярков, Ю.И. Шилева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 64 с

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **Лань:** электронно-библиотечная система. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com/>(дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru>(дата обращения: 11.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. **РУКОНТ** : Национальный цифровой ресурс : Электронно-библиотечная система : сайт. - Москва :Сколково, 2010 - . - URL: <https://lib.rucont.ru/search>(дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. **SCOPUS:** Библиографическая и реферативная база данных научной периодики: сайт. – URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
5. **GoogleScholar:** сайт. – США, 2004: - URL <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 10.09.2020). – Режим доступа: свободный.
6. База данных химического факультета МГУ «Термические константы веществ»: [сайт]. - URL: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html/welcome.html> (дата обращения: 20.09.2020)

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение** (реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: *раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.*

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы**:

1) <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.html> - учебные материалы по курсу физической химии (Химический факультет МГУ).

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Windows, пакет MS Office браузер
Учебная аудитория №4342 «Лаборатория физической и органической химии»	<p>Стенд для проведения практической работы «Калориметрия. Расчет удельной теплоты растворения хорошо растворимых солей».</p> <p>Стенд для проведения практической работы «Определение давления насыщенного пара методом точек кипения».</p> <p>Стенд для проведения практической работы «Изучение диаграммы температура кипения-состав пара над жидкими двухкомпонентными растворами».</p> <p>Стенд для проведения практической работы «Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы эвтектического типа».</p> <p>Стенд для проведения практической работы «Адсорбция из растворов на границе твердое тело – жидкость».</p> <p>Стенд для проведения практической работы «Измерение поверхностного натяжения растворов и вычисление адсорбции Гиббса».</p>	Не требуется
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ФХ** «Способен использовать законы и положения физической химии при обосновании выбора методов и средств защиты окружающей среды».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Содержание дисциплины разбито на 6 модулей. Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

В процессе освоения дисциплины студенты самостоятельно готовят и выполняют предусмотренные контрольные мероприятия, направленные на проверку усвоения необходимых знаний – домашние задания, контрольные работы; на проверку умений – в форме защиты практических работ, на проверку опыта деятельности – в форме защиты (представления) индивидуального задания, результат выполнения которых отражается в накопительной балльной системе.

Качество самостоятельной работы студентов проверяется на каждом семинарском занятии и в процессе выполнения индивидуальных заданий, на которых отрабатываются и проверяются способности студента публично презентовать материалы выполнения СРС, вести дискуссию, приводить аргументы, логично и последовательно излагать свою точку зрения, демонстрируя понятийное и критическое мышление.

Индивидуальное задание выполняется самостоятельно в рамках отведенного времени на СРС. При подготовке к выполнению индивидуального задания студент должен продемонстрировать знания, умения и опыт деятельности, включающие поиск необходимой и дополнительной информации по темам практических занятий в научных источниках, в том числе найденных самостоятельно. Результаты выполнения индивидуального практико-ориентированного задания представляются публично на практических занятиях и обсуждаются с преподавателем и одногруппниками.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ (Zoom, Skype и др.) и электронной почты.

Для итоговой аттестации студент должен предоставить портфолио, включающее: конспект лекций, конспект литературы, подготовленный в рамках самостоятельной работы, материалы практических работ, индивидуальное домашнее задание.

## 11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины в 4 семестре предусмотрен *экзамен*, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на накопительно-балльной системе. Баллами оценивается: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность в семестре и сдача экзамена (в сумме 100 баллов).

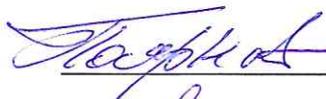
По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 70	3
71 – 85	4
86 – 100	5

### РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ, к.х.н.

 /К.Б.Поярков/

Доцент Института ПМТ, к.х.н.

 /М.С.Михайлова/

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленности (профилю) - «Инженерная защита окружающей среды» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 16 декабря 2020 года, протокол № 42.

Зам. директора Института  
к.т.н., доцент

  
/А.В. Железнякова/

#### Лист согласования

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

  
/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки

  
/Т.П.Филиппова/