

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2025 15:54:08
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736

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

« 1 » Октября 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»

Направление подготовки – 28.03.03 «Нanomатериалы»

Направленность (профиль) - «Инженерия наноматериалов»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенции ОП	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
<p>ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</p>	<p>ОПК-1.ФХ Способен выбирать и применять методы исследования физико-химических свойств вещества при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>Знание фундаментальных разделов и законов физической химии и основных экспериментальных методов исследования физико-химических свойств веществ Умение применять знания фундаментальных законов и экспериментальные методы исследования физической химии, к решению поставленных задач. Опыт проведения термодинамических расчетов и анализа свойств материалов, физических и химических процессов</p>

Компетенция ПК-1 «Способен прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов»
сформулирована на основе профессиональных стандартов:

40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур»

Обобщенная трудовая функция - С [6] Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Трудовые функции- С/01.6 Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

С/02.6 Модернизация существующих и внедрение новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

26.006 «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов»

Обобщенная трудовая функция - А [6] Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов

Трудовые функции- А/01.6 Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

А/02.6 Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработка экспериментальных результатов

А/05.6 Определение соответствия наноструктурированных композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию

А/03.6 Подбор технологических параметров процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<p>ПК-1.ФХ</p> <p>Способность использовать термодинамические расчеты при анализе и моделировании свойств материалов, физических и химических процессов</p>	<p>– сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;</p> <p>– участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям</p>	<p>Знание фундаментальных разделов и законов физической химии и основных экспериментальных методов исследования физико-химических свойств веществ</p> <p>Умение использовать знания фундаментальных законов и экспериментальные методы исследования физической химии, к решению поставленных задач.</p> <p>Опыт проведения термодинамических расчетов и анализа свойств материалов, а также физических и химических процессов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Изучению дисциплины предшествует формирование компетенций в дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия», «Экология», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Кристаллография». Формируемые в процессе изучения дисциплины компетенции в дальнейшем углубляются изучением дисциплин «Физико-химия наноструктурированных материалов», «Технологии наноматериалов», «Физика и химия полупроводников», «Физика и химия поверхности», «Технология материалов электронной техники», выполнением индивидуальных заданий практики и служат основой для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

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	16	16	116	ЗаО/КП
3	5	6	216	32	32	32	84	Экз
Всего		11	396	64	48	48	200	

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.	4	-	2	10	Опрос
2. Основные понятия химической термодинамики. Основы термодинамики.	20	8	14	60	Защита лабораторных работ 1 и 2
					Контрольные работы 1 и 2
					Рубежный контроль 1
					Выполнение индивидуальных заданий курсового проекта 1-2
3. Химическое равновесие.	6	8	4	20	Выполнение индивидуального задания курсового проекта 3
					Защита лабораторных работ 3 и 4
4. Фазовые равновесия.	14	12	14	40	Выполнение домашнего задания 1
					Рубежный контроль 2
					Защита лабораторных работ 5, 6 и 7
5. Растворы.	6	-	4	20	Контрольная работа 3
					Выполнение домашнего задания 2

№ и наименование	Контактная работа			Σ	Формы текущего контроля
6. Поверхностные явления, адсорбция.	10	8	4	30	Контрольная работа 4
					Защита лабораторных работ 8 и 9
					Выполнение домашнего задания 3
7. Электрохимия.	4	12	6	20	Защита лабораторных работ 10, 11 и 12

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.
	2	2	Строение молекул и природа химической связи. Виды химических связей. Понятие об электроотрицательности элемента. Поляризация. Дипольный момент.
2	3	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.
	4	2	Первый закон ТД. Понятие о внутренней энергии, теплоте и работе. Применение первого начала ТД к идеальным газам. Применение первого начала к химическим процессам. Термохимия. Закон Гесса. Методы расчёта энтальпий химических реакций и образования соединений.
	5	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 теплоёмкости Эйнштейна и Дебая. Понятие о характеристической температуре и методы её оценки на основе экспериментальных данных. Экспериментальные методы исследования теплоёмкости.
	6	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.
	7	2	Элементы статистической термодинамики. Понятие фазового пространства. Микро и макро состояния системы. Различные виды статистик. Методы Больцмана, Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака, Гиббса. Сумма по состояниям и термодинамические функции.
	8	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.
	9	2	Характеристические функции. Метод ТД потенциалов Гиббса. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения Гиббса. Систематика характеристических функций.
	10	2	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.
	11	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.
	12	2	Фугитивность. Химический потенциал идеального и реального газов. Вычисление коэффициентов фугитивности реальных газов. Активность и коэффициент активности. Вычисление коэффициентов активности на основе экспериментальных данных.
3	13	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.
	14	2	Разные способы выражения состава реакционной смеси. Влияние давления на равновесие химической реакции. Принцип смещения равновесия. Гетерогенное химическое равновесие.
	15	2	Уравнения изобары и изохоры реакции. Постулат Планка. Абсолютная энтропия химического соединения. Расчёт констант равновесия реакций при различных температурах на основе абсолютных значений энтропий.
4	16	2	Основы учения о гетерогенных равновесиях. Фазовые превращения. Понятие фазы. Основные определения. Условия ТД равновесия компонента в гетерогенной системе. Правило фаз Гиббса.
	17	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.
	18	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.
	19	2	Двухкомпонентные системы. Основы термического анализа. Некоторые типы диаграмм состояния двухкомпонентных металлических и полупроводниковых систем. ТД вывод основных типов диаграмм состояния с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала.
	20	2	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
	21	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.
	22	2	Диаграммы состояния трёхкомпонентных систем. Общая теория ТД устойчивости фаз. Понятие о спинодали и бинодали.
5	23	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.
	24	2	Различные модели растворов: идеальные, регулярные, субрегулярные. Парциальные величины. Функции смешения. Избыточные ТД функции.
	25	2	Температуры кипения и замерзания растворов. Растворимость твердых тел. Осмотическое давление. Мембранное равновесие. Перегонка летучих жидких смесей.
6	26	2	Поверхностные явления и адсорбция. Типы адсорбционных взаимодействий. Изотермы адсорбции газов. Уравнение Генри и Лэнгмюра.
	27	2	Полимолекулярная адсорбция, теория БЭТ.
	28	2	Строение адсорбционного слоя. Фундаментальные уравнения и адсорбционная формула Гиббса. Поверхностно-активные и инактивные вещества.
	29	2	Изменение свободной энергии Гиббса при адсорбции. Энтропия и теплота адсорбции. Современные методы определения величины адсорбции.
	30	2	Поверхностные плёнки. Поверхностное давление. Уравнение

			состояния поверхностной плёнки.
7	31	2	Предмет электрохимии. Основные соотношения ТД растворов электролитов. Коэффициент активности электролита. Электрическая проводимость растворов электролитов. Проводимость растворов слабых и сильных электролитов.
	32	2	ТД электрохимических систем. Связь между тепловым эффектом, изменением ТД потенциала и электрической энергией в обратимых электрических системах. Равновесный и стандартный электродный потенциал. Типы электродов. Методы электрохимии в современном материаловедении.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Природа химической связи. Типы химической связи: ионная, полярная, ковалентная. Ван – дер - ваальсовое и донорно - акцепторное взаимодействие. Водородная связь. Полярность молекул. Дипольный момент. Электроотрицательность. Изменение характера химической связи под давлением. Атомная энергия образования молекул. Методы экспериментального исследования строения молекул.
2	2	2	Изучение основных понятий химической ТД. Примеры и решение задач по теме: уравнения состояния газов. Примеры и решение задач по теме: первый закон ТД, закон Гесса. Выдача задания по курсовому проекту.
	3	2	Расчет энтальпии реакций по энтальпии образования соединений, по энергиям связей. Расчёт энтальпии реакций (сгорания, образования) с использованием справочных данных.
	4	2	Расчет стандартной энтальпии образования различных соединений при различных температурах и данных по теплоемкостям. Примеры использования закона Кирхгоффа. Контрольная работа 1.
	5	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.
	6	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.
	7	2	Расчет коэффициентов активности, фугитивности и химического потенциала компонентов из данных по давлению пара и данным ЭДС элемента. Контрольная работа 2.
	8	2	Контроль выполнения заданий курсового проекта 1 и 2.
3	9	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.
	10	2	Сдача курсового проекта.
4	11	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.
	12	2	Решение задач. Построение фазовых диаграмм однокомпонентных систем.
	13	2	Экспериментальные методы построения фазовых диаграмм бинарных систем. Метод термического анализа и другие методы построения и исследования фазовых равновесий. Правило фаз Гиббса. Правило рычага. Выдача домашнего задания 1.
	14	2	Построение Р – Т – Х диаграмм фазовых равновесий. Анализ фазовых равновесий. Экспериментальное построение диаграмм трехкомпонентных систем и их чтение. Использование диаграмм состояния в технологии производства полупроводниковых материалов.
	15	2	Экспериментальное построение диаграмм трехкомпонентных систем и их чтение.
	16	2	Анализ тепловых эффектов. Методы дилатометрии, термогравиметрии в исследовании фазовых превращений. Знакомство с современными методами калориметрии и расчет тепловых эффектов на основе экспериментальных данных.
	17	2	Оценка достоверности ТД данных. Работа с базами данных в интернете. Математические методы расчета фазовых диаграмм двойных систем на ЭВМ. Проверка домашнего задания 1.
5	18	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 2.
	19	2	Контрольная работа 3. Проверка домашнего задания 2.
6	20	2	Расчет величины адсорбции из данных по давлению пара и константе равновесия. Решение задач. Выдача домашнего задания 3.
	21	2	Контрольная работа 4. Проверка домашнего задания 3.

7	22	2	Основные соотношения ТД растворов электролитов. Электрическая проводимость электролитов. Расчет стандартного электродного потенциала по табличным данным для различных электродов. Типы электродов. Расчет удельной и эквивалентной электропроводностей растворов.
	23	2	Решение задач. Расчет стандартного электродного потенциала по табличным данным для различных электродов.
	24	2	Решение задач. Расчет удельной и эквивалентной электропроводностей растворов.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	Калориметрия. Расчет удельной теплоты растворения хорошо растворимых солей.
	2	4	Определение энтальпии смешивания двухкомпонентных жидких смесей.
3	3	4	Исследование температурной зависимости давления диссоциации.
	4	4	Определение давления насыщенного пара методом точек кипения.
4	5	4	Изучение диаграммы температура кипения-состав пара над жидкими двухкомпонентными растворами.
	6	4	Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы эвтектического типа.
	7	4	Изучение диаграммы растворимости двух частично смешиваемых жидкостей.
6	8	4	Адсорбция из растворов на границе твердое тело – жидкость
	9	4	Измерение поверхностного натяжения растворов и вычисление адсорбции Гиббса
7	10	4	Электродвижущие силы химических элементов.
	11	4	Определение константы диссоциации слабой кислоты из кривой потенциометрического титрования.
	12	4	Электропроводность растворов слабых и сильных электролитов.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	5	Проработка теоретического материала (Лекции 1, 2)
	5	Подготовка к устному опросу по материалам Модуля 1
2	10	Проработка теоретического материала (Лекции 3-12)
	4	Подготовка к лабораторным работам 1 и 2
	4	Подготовка к защите лабораторных работ 1 и 2
	7	Подготовка к Рубежному контролю 1
	15	Подготовка к Контрольным работам 1 и 2
	20	Выполнение индивидуального задания 1 и 2 Курсовой проектной работы
3	4	Проработка теоретического материала (Лекции 13-15)
	4	Подготовка к лабораторным работам 3 и 4
	4	Подготовка к защите лабораторных работ 3 и 4
	8	Выполнение индивидуального задания 3 Курсовой проектной работы
4	10	Проработка теоретического материала (Лекции 16-22)
	6	Подготовка к лабораторным работам 5, 6 и 7
	6	Подготовка к защите лабораторных работ 5, 6 и 7
	8	Подготовка к Рубежному контролю 2
	10	Выполнение домашнего задания 1
5	4	Проработка теоретического материала (Лекции 23-25)
	6	Подготовка к Контрольной работе 3
	10	Выполнение домашнего задания 2
6	6	Проработка теоретического материала (Лекции 26-30)
	8	Подготовка к Контрольной работе 4
	4	Подготовка к лабораторным работам 8 и 9
	4	Подготовка к защите лабораторных работ 8 и 9
	8	Выполнение домашнего задания 3
7	4	Проработка теоретического материала (Лекции 31-32)
	8	Подготовка к лабораторным работам 10, 11 и 12
	8	Подготовка к защите лабораторных работ 10, 11 и 12

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Определите тепловой эффект ΔH_{298}° химической реакции (вариант реакции указывается преподавателем) при стандартных условиях, причем газообразные вещества представлены в идеальном состоянии. Значения энтальпии образования ΔH_{298}° участников реакции найдите в справочнике термодинамических величин.

2. Найдите коэффициенты Δa , Δb , Δc и $\Delta c'$ уравнения температурной зависимости теплоемкости вида: $\Delta C_P = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2 + \Delta c'T^{-2}$ для реакции (вариант реакции указывается преподавателем).

3. Определите тепловой эффект реакции при восьми значениях температуры в интервале от 298 до 1000 К и стандартном давлении (1 атм).

4. Вычислите изменение энтропии ΔS_{298}° в ходе реакции при 298 К и стандартном давлении.

5. Рассчитайте изменение энтропии в ходе реакции при температурах в интервале от 298 до 1000 К и стандартном давлении.

6. Определите изменение стандартной энергии Гиббса ΔG_{298}° для химической реакции (вариант реакции указывается преподавателем) при температурах от 298 до 1000 К.

7. Рассчитайте константу равновесия K_P для реакции при температурах от 298 до 1000 К.

8. Найдите степень превращения β реакции (вариант реакции указывается преподавателем) при стандартном давлении P и температуре, равной 800 К. Найдите β реакции при общем давлении P (указывается преподавателем) и температуре $T = 800$ К.

9. Вычислите, при каком общем давлении P степень превращения β вещества станет равной указанному преподавателем при температуре 800 К.

10. Определите состав равновесий смеси (в молекулярных процентах) при давлении P и температурах, указанных преподавателем.

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 (курсового проекта)*

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. Шилаева; 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/ (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
5. Google Scholar : сайт. – США, 2004. – URL: <https://scholar.google.ru>. – (дата обращения: 10.09.2020). – Режим доступа: свободный.
6. База American Chemical Society (ACS) : [сайт]. - URL: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
7. Electrochemical Society : [сайт]. – URL: <http://ecsd.org/> (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

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 №4136 «Лаборатория микроскопии»	<u>Технические средства обучения:</u> Проектор Epson EB-G5600, мультимедийный комплекс, компьютеры, принтеры	Операционная система Windows, пакет MS Office
Учебная аудитория №4342 «Лаборатория физической и органической химии»	Стенд для проведения лабораторной работы «Калориметрия. Расчет удельной теплоты растворения хорошо растворимых солей». Стенд для проведения лабораторной работы «Определение энтальпии смешивания двухкомпонентных жидких смесей». Стенд для проведения лабораторной работы «Исследование температурной зависимости давления диссоциации». Стенд для проведения лабораторной работы «Определение давления насыщенного пара методом точек кипения». Стенд для проведения лабораторной работы «Изучение диаграммы температура кипения-состав пара над жидкими двухкомпонентными растворами». Стенд для проведения лабораторной работы «Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы эвтектического типа». Стенд для проведения лабораторной работы «Изучение диаграммы растворимости двух частично смешиваемых жидкостей». Стенд для проведения лабораторной работы «Адсорбция из растворов на границе твердое тело – жидкость». Стенд для проведения лабораторной работы «Измерение поверхностного натяжения растворов и вычисление адсорбции Гиббса». Стенд для проведения лабораторной работы «Электродвижущие силы химических элементов». Стенд для проведения лабораторной работы «Определение константы диссоциации слабой кислоты из кривой потенциометрического титрования». Стенд для проведения лабораторной работы «Электропроводность растворов слабых и сильных электролитов»	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 **ОПК-1.ФХ** «Способен использовать законы и теоретические положения химии, касающиеся применения химических веществ и физико-химических процессов в нанoeлектронике».

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ФХ** «Способность использовать термодинамические расчеты при анализе и моделировании свойств материалов, физических и химических процессов».

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 7 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 и тестирование в форме рубежного контроля; на проверку умений – в форме защиты лабораторных работ, на проверку опыта деятельности – в форме защиты (представления) индивидуального задания (курсового проекта), 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 (рекомендованных ПБД и ИСС, а также найденных самостоятельно). Результаты выполнения индивидуального практико-ориентированного задания представляются публично на практических занятиях и обсуждаются с преподавателем и одногруппниками.

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель, 13 – 18 учебных недель.

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

11.2. Система контроля и оценивания

По завершению изучения дисциплины в 4 семестре предусмотрен *зачёт с оценкой*, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на накопительно-балльной системе.

По завершению изучения дисциплины в 5 семестре предусмотрен *экзамен*.

Баллами оценивается: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность в семестре и сдача промежуточной аттестации (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 – 69	3
70 – 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 28.03.03 «Нanomатериалы» направленности (профилю) «Инженерия наноматериалов» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 30 сентября 2020 года, протокол № 39.


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/