

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 12.05.2025 13:12:45
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82475

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт	Химических технологий и промышленной экологии
Кафедра	Химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы физической химии

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	05.03.06 Экология и природопользование
Направленность (профиль)	Экологическое проектирование и экспертиза
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года 11 мес.
Форма обучения	заочная

Рабочая программа учебной дисциплины Основы физической химии основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 6 от 24.01.2021 г.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины:

Доцент

Золина Л.И.

Заведующий кафедрой:

Кильдеева Н.Р.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Основы физической химии» изучается на втором и третьем курсе.
Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а)

1.1. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Основы физической химии относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:

- Неорганическая химия;
- Аналитическая химия
- Органическая химия
- Физика

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Коллоидная химия;
- Основные процессы и техника защиты окружающей среды;
- Основы моделирования экологических процессов и систем;
- Экологический мониторинг. Методы и приборы контроля окружающей среды;
- Теория и практика проведения экспериментальных исследований
- Преддипломная практика.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Основы физической химии» являются:

- овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, формирующими естественнонаучный подход при решении технологических задач;
- изучение основных понятий и принципов физической химии, необходимых для анализа экологических процессов;
- умение находить связь закономерностей основ физической химии при изучении технологических процессов, объектов природы, натуральных и синтетических материалов, оценка их экологической безопасности;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине «Основы физической химии» является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенции(й) и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-УК-1.1 Анализ поставленной задачи с выделением ее базовых составляющих. Определение, интерпретация и ранжирование информации, необходимой для решения поставленной задачи;	– умение определять и формулировать информацию, необходимую для решения поставленных задач, включая физико-химические параметры и условия;
ОПК-1 Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	ИД-ОПК-1.1 Применение основных законов химии и методов химического анализа, теоретического и экспериментального исследования при решении в области экологии и природопользования	– использует различные методы химического анализа для оценки качества природных ресурсов и состояния окружающей среды. – применяет навыки проведения теоретических исследований, включая расчет химических равновесий и термодинамических параметров, для решения экологических задач.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по заочной форме обучения –	4	з.е.	144	час.
-----------------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по видам занятий (заочная форма обучения)

Структура и объем дисциплины								
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час	
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/курсовый проект	самостоятельная работа обучающегося, час
2 курс								
летняя сессия		72	2		4			66
3 курс								
зимняя сессия	экзамен	72	2					61
Всего:	экзамен	144	4		4			127

3.2. Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Третий семестр						
ИД-УК-1.5 ИД-ОПК-1.1	Раздел I. Основы химической термодинамики		-		-	30	Формы текущего контроля по разделу I: - Разбор теоретического материала.
	Тема 1. Внутренняя энергия, теплота, работа. Первое начало термодинамики. Тепловые эффекты. Закон Гесса. Второе начало термодинамики. Энтропия, термодинамические потенциалы	1	-		-		
ИД-УК-1.5 ИД-ОПК-1.1	Раздел II. Термодинамика химического равновесия		-		-	30	Формы текущего контроля по разделу II: Защита лабораторной работы № 2.1;
	Тема 2 Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение изобары химической реакции. Принцип Ле-Шателье. Влияние давления на равновесие химических реакций в газовой фазе.	1	-		-		
	Лабораторная работа № 2.1 Определение константы равновесия реакции взаимодействия салициловой кислоты с хлоридом железа в водном растворе.	-		2	-	-	
ИД-УК-1.5 ИД-ОПК-1.1	Раздел III. Кинетика химических реакций.		-		-	32	Формы текущего контроля по разделу III: - Разбор теоретического материала.
	Тема 3. Формальная кинетика. Скорость и константа скорости химической реакции. Молекулярность и порядок химической реакции. Интегральные методы определения порядка химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, теория активных столкновений. Цепные и фотохимические реакции.	1	-		-		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
ИД-УК-1.5 ИД-ОПК-1.1	Раздел IV. Термодинамика фазового равновесия. Однокомпонентные системы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния воды Идеальные растворы. Законы идеальных растворов Закон Рауля. Предельно разбавленные растворы. Закон Генри. Осмоз. Уравнение Вант-Гоффа	1	-		-	35	Формы текущего контроля по разделу IV: Защита лабораторной работы № 4.1; Коллоквиум
	Лабораторная работа № 4.1 Кондуктометрический метод определения удельной и молярной электропроводности сильного и слабого электролита.			2			
	Экзамен					9	Экзамен по билетам
	ИТОГО за третий семестр	4		4		138	

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел I. Основы химической термодинамики		
Тема 1.1	Внутренняя энергия, теплота, работа. Первое начало термодинамики.	Вводное занятие. Основные терминологические понятия. Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Взаимные превращения энергии в изолированных системах. Внутренняя энергия, работа, теплота. Функции состояния. Энтальпия. Расчет теплоты и работы в различных процессах.
Тема 1.2	Тепловые эффекты. Закон Гесса. Второе начало термодинамики. Энтропия, термодинамические потенциалы	Термохимия. Основные понятия термохимии. Стандартное состояние. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса и его следствия. Методы определения тепловых эффектов. Определение теплоты гидратации. Второй закон термодинамики. Самопроизвольные, не самопроизвольные и равновесные процессы. Энтропия как функция состояния и критерий равновесия в изолированных системах. Свойства энтропии. Объединенное выражение 1 и 2-го законов термодинамики для обратимого и необратимого процессов. Расчет энтропии в обратимых процессах. Расчет энтропии в необратимом процессе. Кристаллизация переохлажденной жидкости. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Связь ΔG и ΔF с теплотой процесса. Методы расчета потенциала Гиббса. Метод абсолютных энтропий. Формула Тем-кина-Шварцмана.
Раздел II. Термодинамика химического равновесия		
Тема 2.1	Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение изобары химической реакции.	Закон действующих масс для реакций, протекающих в газовой и жидкой фазах. Константы равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Нормальное сродство химической реакции. Определение направления химической реакции, термодинамического сродства и константы равновесия с использованием уравнения Вант-Гоффа. Связь между K_p и K_c , K_p и K_x , K_p и K_o . Методы расчета константы равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант-Гоффа. Расчет константы равновесия при температуре T и теплового эффекта равновесной реакции.
Тема 2.2	Принцип Ле-Шателье. Влияние давления на равновесие химических реакций в газовой фазе.	Принцип подвижного равновесия Ле Шателье-Брауна. Расчет выхода продукта и состава равновесной смеси. Условие и критерии химического равновесия. Анализ изменения ΔG в ходе химической реакции. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и фазовые равновесия. Условия фазового равновесия в гетерогенных системах. Понятие степень свободы. Правило фаз Гиббса.
Раздел III. Кинетика химических реакций.		
Тема 3.1	Формальная кинетика. Скорость и константа	Основные понятия химической кинетики. Типы реакций в химической кинетике.

Тема 3.2	скорости химической реакции. Молекулярность и порядок химической реакции. Интегральные методы определения порядка химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, теория активных столкновений. Цепные и фотохимические реакции.	Формальная кинетика простых реакций. Закон действующих масс. Общий и частный порядок реакции. Основной постулат химической кинетики. Порядок и молекулярность реакции. Причины несовпадения молекулярности и порядка реакции. Кинетические уравнения реакций разных порядков и их решения. Анализ кинетического уравнения реакции первого порядка. Кинетика элементарных реакций второго и третьего порядка. Способы определения порядка и константы скорости химической реакции. Формальная кинетика сложных гомогенных реакций. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Температурный коэффициент Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации химической реакции. Экспериментальное определение энергии активации и предэкспоненциального множителя. Теория активных столкновений. Физический смысл энергии активации и предэкспоненциального множителя. Мономолекулярные реакции. Теория активированного комплекса. Путь реакции. Время жизни активированного комплекса. Энергетическая карта химической реакции. Цепные и фотохимические реакции. Особенности гомогенных реакции в растворах. Катализ. Общие принципы катализа (неизменность положения равновесия, избирательность действия). Энергия активации каталитической реакции. Вещества Аррениуса, их роль в катализе. Классификация каталитических процессов. Гомогенный катализ. Механизм и кинетика гомогенно-каталитических реакций. Автокатализ, кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая и диффузионная области гетерогенного процесса. Кажущаяся энергия активации. Ферментативный катализ. Эффективность и специфичность ферментативного катализа.
	Гомогенный катализ. Специфический кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ. Ферментативный катализ.	
Раздел IV. Термодинамика фазового равновесия. Однокомпонентные системы.		
	Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого и второго рода.	Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы и их примеры. Что такое фаза и составляющие вещества системы? Число компонентов термодинамической системы и их определение. Что такое вариантность или число термодинамических степеней свободы? Правило фаз Гиббса для различного числа внешних параметров и фаз в термодинамической системе. Фазовые переходы первого и второго рода и их примеры.
	Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния воды. Растворы электролитов и	Зависимость температуры фазового перехода от внешнего давления в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Физический смысл производных dT/dP и dP/dT в уравнении Клапейрона – Клаузиуса.

	ионные равновесия.	Применение уравнения Клапейрона – Клаузиуса к описанию процесса плавления твердых веществ. Применение уравнения Клапейрона – Клаузиуса к описанию процесса испарения жидкости. Форма уравнения Клапейрона – Клаузиуса для идеальных газов. Интегральная форма уравнения Клапейрона – Клаузиуса для небольшого интервала температур. Определение коэффициентов в линейной форме уравнения Клапейрона – Клаузиуса. Правило Трутона. Физический смысл коэффициента в уравнении Трутона. Что такое фазовая диаграмма? Виды диаграмм состояния. Основные принципы анализа фазовых диаграмм. Принцип соответствия на примере диаграммы состояния воды. Параметры тройной точки для воды. Свойства системы в тройной точке. Линия неустойчивого равновесия на диаграмме состояния воды. Почему линия плавления на диаграмме состояния воды имеет отрицательный наклон? Электролитическая диссоциация, сольватация. Электролиты, классификация электролитов. Слабые электролиты. Степень диссоциации и константа диссоциации. Закон разведения Оствальда. Термодинамика растворов электролитов. Средняя ионная активность и средний ионный коэффициент активности. Первое и второе стандартные состояния. Ионная сила раствора. Основные понятия электростатической теории растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля. 1-е, 2-е и 3-е приближения. Подвижность ионов в растворе. Понятие «бесконечное или предельное разведение». Закон Кольрауша.
--	--------------------	---

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

– подготовку к лекциям, лабораторным работам и зачету;

- проведение расчетов по экспериментальным значениям, полученным при выполнении лабораторных работ;
- подготовка к коллоквиумам в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

№ пп	Наименование раздела /темы дисциплины/модуля, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
1.	Гомогенный катализ. Специфический кислотно-основной катализ. Гетерогенный катализ. Ферментативный катализ..	Самостоятельно проработать материал.	Собеседование по теме.	3
2.	давления в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Физический смысл производных dT/dP и dP/dT в уравнении Клапейрона – Клаузиуса.	Самостоятельно проработать материал.	Собеседование по теме	3

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины/учебного модуля электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

В электронную образовательную среду, по необходимости, могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
обучение с веб-поддержкой	учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 1 категории	125	организация самостоятельной работы обучающихся
	учебно-методические электронные образовательные ресурсы университета 2 категории	9	в соответствии с расписанием промежуточной аттестации

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
смешанное обучение	лекции	4	в соответствии с расписанием учебных занятий
	лабораторные работы	4	

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной(-ых) компетенции(-й)	Общепрофессиональной (-ых) компетенций	Профессиональной (-ых) компетенции(-й)
			УК-1: ИД-УК-1.1	ОПК-1: ИД-ОПК-1.1	
высокий	85 – 100	отлично	Обучающийся: - исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения; - показывает способность в понимании и практическом использовании методов физической химии для решения конкретных задач; - способен дополнять теоретическую информацию сведениями из современных научных источников; - способен анализировать литературные источники с целью выбора оптимального метода анализа в конкретном случае; - дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.		

повышенный	65 – 84	хорошо	Обучающийся: - знает теоретические основы физической химии. - владеет методами определения физико-химических параметров полимерных материалов; - допускает единичные негрубые ошибки; - знает условия выбора проведения физико-химических исследований; - умеет анализировать полученную опытным путем физико-химическую информацию и выделять основные результаты. - владеет способностью к пониманию зависимости свойств материалов от природы химической связи и межмолекулярных взаимодействий. - правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности - ответ отражает полное знание материала, с незначительными пробелами
базовый	41 – 64	удовлетворительно	Обучающийся: - испытывает затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; - с трудом ориентируется в терминологии, путает понятия, - не знает условий выбора проведения физико-химических исследований; - не умеет анализировать полученную опытным путем информацию и выделять основные результаты; - ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения..
низкий	0 – 40	неудовлетворительно	Обучающийся: - демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; - испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; - не способен проанализировать связи и закономерности, существующие между свойствами анализируемых веществ и методами их анализа; - выполняет задания шаблона, без проявления творческой инициативы - ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине Основы физической химии проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1.	Вопросы к по разделу 1: Основы химической термодинамики	1. Химическая термодинамика. Основные понятия и определения. Термодинамическая система. Термодинамический процесс. Параметры и функции состояния. 2. Первый закон термодинамики. Взаимные превращения энергии в изолированных системах. Внутренняя энергия, работа, теплота. Функции состояния. Энтальпия. Расчет теплоты и работы в различных процессах. 3. Термохимия. Основные понятия термохимии. Стандартное состояние Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса и его следствия. Методы определения тепловых эффектов. Определение теплоты гидратации. 4. Второй закон термодинамики. Самопроизвольные, не самопроизвольные и равновесные процессы. Энтропия как функция состояния и критерий равновесия в изолированных системах. Свойства энтропии. 5. Объединенное выражение 1 и 2-го законов термодинамики для обратимого и необратимого процессов. Расчет энтропии в обратимых процессах. Расчет энтропии в необратимом процессе. Кристаллизация переохлажденной жидкости. 6. Термодинамические потенциалы как критерии равновесия в закрытых системах. 7. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Связь ΔG и ΔF с теплотой процесса. 8. Методы расчета потенциала Гиббса. Метод абсолютных энтропий. Формула Темкина-Шварцмана.

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
2.	Вопросы к по разделу 2: Термодинамика химического равновесия	11. 1 Химическое равновесие. Закон действующих масс для реакций, протекающих в газовой и жидкой фазах. Константы равновесия. 12. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Нормальное сродство химической реакции. 13. Определение направления химической реакции, термодинамического сродства и константы равновесия с использованием уравнения Вант-Гоффа. 14. Связь между K_p и K_c , K_p и K_x , K_p и K_o . Методы расчета константы равновесия. 15. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант-Гоффа. Расчет константы равновесия при температуре T и теплового эффекта равновесной реакции. 16. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье-Брауна. Расчет выхода продукта и состава равновесной смеси. 17. Условие и критерии химического равновесия. Анализ изменения ΔG в ходе химической реакции.
3.	Вопросы к по разделам: Кинетика и катализ	1. Скорость элементарной химической реакции. Зависимость концентрации реагентов и продуктов реакции от времени. Кинетическая кривая. 2. Формальная кинетика простых реакций. Закон действующих масс. 3. Общий и частный порядок реакции. Основной постулат химической кинетики. 4. Порядок и молекулярность реакции. Причины несовпадения молекулярности и порядка реакции. 5. Кинетические уравнения реакций разных порядков и их решения. Анализ кинетического уравнения реакции первого порядка. Кинетика элементарных реакций второго и третьего порядка. 6. Способы определения порядка и константы скорости химической реакции. 7. Формальная кинетика сложных гомогенных реакций. 8. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Температурный коэффициент Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации химической реакции. Экспериментальное определение энергии активации и предэкспоненциального множителя. 9. Теория активных столкновений. Физический смысл энергии активации и предэкспоненциального множителя. Мономолекулярные реакции. 10. Теория активированного комплекса. Путь реакции. Время жизни активированного комплекса. Энергетическая карта химической реакции. 11. Цепные и фотохимические реакции. 12. Особенности гомогенных реакции в растворах. 13. Катализ 14. Катализ. Общие принципы катализа (неизменность положения равновесия, избирательность действия). 15. Энергия активации каталитической реакции. Вещества Аррениуса, их роль в катализе. 16. Классификация каталитических процессов.

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		17. Гомогенный катализ. Механизм и кинетика гомогенно-каталитических реакций. 18. Автокатализ, кислотно-основной катализ. 19. Гетерогенный катализ. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая и диффузионная области гетерогенного процесса. Кажущаяся энергия активации. 20. Ферментативный катализ. Эффективность и специфичность ферментативного катализа.
4.	Вопросы к коллоквиуму разделу №4: Термодинамика фазового равновесия. однокомпонентные системы.	1. Правило фаз Гиббса для различного числа внешних параметров и фаз в термодинамической системе. 2. Фазовые переходы первого и второго рода и их примеры. 3. Фазовые равновесия и фазовые переходы в однокомпонентных системах. 4. Зависимость температуры фазового перехода от внешнего давления в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. 5. Применение уравнения Клапейрона – Клаузиуса к описанию процесса плавления твердых веществ. 6. Правило Трутона. Физический смысл коэффициента в уравнении Трутона. 7. Что такое фазовая диаграмма? Виды диаграмм состояния. 8. Основные принципы анализа фазовых диаграмм. 9. Параметры тройной точки для воды. Свойства системы в тройной точке. 10. Почему линия плавления на диаграмме состояния воды имеет отрицательный наклон? 11. Классификация растворов. Способы выражения концентрации растворов. 12. Идеальные, реальные и предельно разбавленные растворы. 13. Уравнения Гиббса-Дюгема и Дюгема-Маргулиса. Графический метод расчета парциальных мольных величин. 14. Химический потенциал компонента в растворе. Первое и второе стандартные состояния. 15. Перегонка жидких летучих смесей. Первый и второй законы Коновалова. 16. Электролитическая диссоциация, сольватация. Электролиты, классификация электролитов. Слабые электролиты. 17. Степень диссоциации и константа диссоциации. Закон разведения Оствальда. 18. Идеальные и реальные растворы. Активность и коэффициент активности. Методы определения коэффициента активности. Растворимость газов в жидкости, уравнение Генри. Давление насыщенного пара над раствором, закон Рауля для летучих и нелетучих смесей. 19. Коллигативные свойства растворов. Повышение температуры кипения, понижение температуры замерзания, осмотическое давление, уравнение Вант-Гоффа. 20. Криоскопический, эбулиоскопический и осмометрический методы. Уравнение Шредера

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Защита лабораторных работ.	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы). Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, возможны несущественные неточности в определениях.	-	зачтено
	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы.	-	не зачтено
Домашнее задание	Расчеты проведены без ошибок. Обучающийся показал полный объем знаний в освоении пройденных тем.		5
	Допущена одна ошибка или два-три недочета. Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач.		4
	Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют;		3
	Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки. Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы.		2
	Работа не выполнена.		0

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
экзамен:	<i>. Раздел: «Химическая термодинамика»</i>

Коллоквиум 1, 2, 3, 4	1. Дайте определение понятиям: термодинамическая система, термодинамический процесс, параметры и функции состояния. 2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики и его анализ при $P=\text{const}$. Что такое энтальпия? 3. Первое следствие из закона Гесса. Что такое теплота образования вещества? 4. Вычислите тепловой эффект реакции ($T=298\text{K}$): $2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{\text{ж}}$, а) при $P = \text{const}$; б) при $V = \text{const}$, если $\Delta H_{\text{CO}}^0 = -110,5 \text{ кДж/моль}$ $\Delta H_{\text{CH}_3\text{OH}_{\text{ж}}}^0 = -238,57 \text{ кДж/моль}$ 5. Энтропия как функция состояния и критерий равновесия в изолированных системах. Свойства энтропии. Расчет энтропии в необратимом процессе. 6. Термодинамические потенциалы как критерии равновесия в закрытых системах. 7. Определите, какая из функций состояния является критерием возможности протекания самопроизвольного процесса при $T=\text{const}$ и $P=\text{const}$ в изолированной и закрытой системе: 1. Энергия Гиббса G; 2. Энергия Гельмгольца F; 3. Энтропия S. 2. Раздел: «Химическое равновесие» 1. Что такое состояние динамического химического равновесия? 2. В чем различие констант равновесия K_c и K_p и каким уравнением они связаны между собой? 3. Что характеризует величина и знак ΔG^0 в уравнении изотермы химической реакции при стандартных условиях? 4. Газообразные вещества реагируют по заданному уравнению реакции с образованием газообразного продукта. Выразите константы равновесия K_c и K_p через равновесное количество продукта (x), если исходные вещества взяты в стехиометрическом соотношении при стандартных условиях. 5. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_6$ 6. Как повлияет на константу равновесия K_p экзотермической реакции повышение температуры? По какому уравнению это можно оценить? 7. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье на примере реакции, протекающей без изменения количества вещества в газовой фазе. 8. Определите, как будет меняться равновесный выход продуктов реакции при повышении давления (напишите выражение для константы равновесия K_p): 9. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ 3. Раздел: «Кинетика и катализ» 1. Что изучает химическая кинетика. Из каких основных разделов она состоит? 2. Выведите кинетическое уравнение для реакции нулевого порядка. Представьте его графически.
-----------------------	---

	3. В чем заключается метод <i>подстановки</i> для определения порядка химической реакции? 4. По значениям констант скоростей при двух температурах определите <i>энергию активации</i> реакции: $T_1=574,5\text{K}$; $k_1 = 0,0856 \text{ л/моль}\cdot\text{мин.}$; $T_2=479,2\text{K}$; $k_2 = 0,00036 \text{ л/моль}\cdot\text{мин.}$ 5. Как влияет <i>температура</i> на скорость химической реакции? По какому уравнению это можно оценить? 6. Механизм ферментативного катализа. Ионы, каких металлов могут, входит в состав металлоферментов? 7. Определите <i>квантовый выход</i> разложения <i>уранилоксалата</i> при длине волны 365,5 нм, если число разложившихся молекул – $6,18\cdot 10^{18}$, а число поглощенных фотонов $-10,58\cdot 10^{18}$. 4. Раздел: «Термодинамика фазового равновесия. Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы. Растворы» 1. В чем заключается различие между <i>гомогенными</i> и <i>гетерогенными термодинамическими</i> системами? Привести примеры. 2. Что такое <i>растворы</i>? Что называют <i>растворителем</i>? Виды растворов. 3. Какие условия необходимы для явления <i>осмоса</i>, что такое осмотическое <i>давление</i>? 4. Определите <i>молярную концентрацию</i> (C_B) и <i>молярную долю</i> (x_B) CBr_3CHO в H_2O, если массовая доля этого вещества $\omega=63\%$, плотность раствора $\rho=1,725\text{г/см}^3$. (Массу раствора принять равной 1000 г). 5. Какие свойства растворов называют <i>коллигативными</i>? Приведите примеры. 6. Какие <i>методы</i>, основанные на свойствах идеальных растворов, применяют для определения молекулярной массы веществ? 7. По данным, приведенным в п.4, рассчитайте <i>осмотическое давление</i> растворённого вещества при <i>стандартных</i> условиях (размерность (C_B) при расчете - моль/м^3)
--	---

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
Экзамен в письменной форме с устным собеседованием по билетам	Обучающийся: – демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию;		5

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	– способен к интеграции знаний по определенной теме, к анализу положений существующих теорий, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.		
	Обучающийся: – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.		4
	Обучающийся: – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала; – справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает		3

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.		
	Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.		2

5.5. Курсовая работа: не предусмотрена

5.6. Критерии, шкалы оценивания курсовой работы/курсового проекта - не предусмотрена

5.7. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100- балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль:		
-Защита лабораторных работ		Зачтено/не зачтено
- Домашние задания в виде расчётных работ		2 – 5
Промежуточная аттестация (экзамен)		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемных лекций;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины Основы физической химии реализуется в лекциях и при проведении лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом

индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины Оформление технической документации в соответствии с действующими ГОСТами составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, дом 1, ауд. 2407, 2323	
учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор – экран
аудитории для проведения лабораторных занятий групповых и индивидуальных консультаций	Комплект лабораторной мебели, доска меловая; оборудование: рН-метры-милливольтметры рН-673 и рН-673М, рН-метр «Эксперт-001», полярграф ПЛС-1, вольтамперометрический анализатор «Экотест-ВА», спектрофотометры ЮНИКО, фотометрический титратор, спектрограф ИСП-30, Specord UV VIS, Specord IR-75, атомно-абсорбционные спектрометры AAS-1 и AAS-30, хроматограф CHROM-4. Спектрофотометр двухлучевой Сф-26; Фотоэлектрокалориметр КФК-2; Прибор для определения поверхностного натяжения на границе раздела фаз: жидкость – газ. Нефелометр НФМ Торсионные весы Микроскоп Турбидиметр Магнитные мешалки; водяные бани термометры, секундомеры. химическая посуда,

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
	различные химические реактивы.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; – подключение к сети «Интернет»

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс. Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы/модуля осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	В.В. Еремин	Основы физической химии. Теория и задачи	Учебник	М. Экзамен	2005	https://vk.com/wall-70921366_37469	
2	А.Г.Стромберг, Д.П.Сенченко.	Физическая химия	Учебник	М., Высшая школа	2003	https://spbib.ru/catalog/-/books/4206167-fiziceskaa-himia	150
3	Голиков Г.А.	Руководство по физической химии	Учебник	М., Высшая школа	1988	http://www.read.in.ua/book115966	5
4	Под ред. Равделя А.М., Пономаревой А.М.	Краткий справочник физико-химических величин	Справочник	Л., Химия	1983	https://www.studmed.ru/ravdel-aa-ponomareva-am-red-kratkiy-spravochnik-fiziko-himicheskikh-velichin_122176a2c34.html	1
5	Кильдеева Н.Р., Щукина Е.Л., Перминов П.А.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу “Физическая химия,” ч. 1, 2	МУ	М., РИО МГТУ	2011	https://infopedia.su/11x2c17.html	5
	Гридина Н.Н.	Физическая химия. Лабораторный практикум	МУ	М.: РГУ им. А.Н. Косыгина	2020.		
6	Золина Л.И.,	Практикум по	МУ	М.: ИИЦ	2007,	-	5

	Л.М.Полухина, В.И.Ракитянский	физической и коллоидной химии. (Химия-3)		МГУДТ,			
7	Н. С. Кудряшова, Л. Г. Бондарева	Физическая химия Серия: Бакалавр. Базовый курс	Учебник	Издательство: Юрайт-Издат	2012 г.	https://biblio-online.ru/book/fizicheskaya-himiya-360655	-
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Волков, В.А.	Теоретические основы охраны окружающей среды	Учебное пособие	СПб. : Лань	2015	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61358	20
2	С. И. Левченков	Лекции по курсу «Физическая и коллоидная химия	Учебное пособие	РГУ: Ростов-на-Дону.	2004	http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/PCC/	-
3	А.А. Попова,	Физическая химия [Электронный ресурс]	Учебное пособие	СПб.:Лань	2015	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63591	-
4	В.В. Буданов	Ключевые вопросы курса физической химии	Учебное пособие	ИГХТУ	2007	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4493-	-
5	В.В. Буданов Буданов	Химическая кинетика [Электронный ресурс]		СПб.: Лань,	2014	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42196	-
6		Химическая кинетика и катализ: метод. указания к выполнению лабораторных работ [Электронный ресурс]	Учебное пособие	М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана	2012	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58566	-

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
4.	ЭБС «ИВИС» http://dlib.eastview.com/
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Scopus https://www.scopus.com (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств);
2.	Scopus http://www.Scopus.com/
3.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования);
4.	Отраслевой портал по упаковке, оборудованию и материалам: http://www.unipack.ru...
5.	Журнал «Пластикс» http://www.plastics.ru
6.	Журнал «Международные новости мира пластмасс» http://www.plasticnews.ru
7.	База данных в мире Academic Search Complete - обширная полнотекстовая научно-исследовательская. Содержит полные тексты тысяч рецензируемых научных журналов по химии, машиностроению, физике, биологии. http://search.ebscohost.com
8.	Журнал «Тара и упаковка»: http://www.magpack.ru

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	...	
5.	...	...

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры
1.	2023		№6 от 24.01