

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.06.2025 18:29:51
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

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

Физическая химия. Основы водоподготовки

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль)/Специализация	Информационные системы и технологии в топливно-энергетическом комплексе
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Физическая химия. Основы водоподготовки» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 8 от 28.03.2025 г.

Разработчик рабочей программы «Физическая химия. Основы водоподготовки»

к.т.н., доцент Н.Н. Гридина

Заведующий кафедрой: д.х.н., профессор Н.Р. Кильдеева

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Физическая химия. Основы водоподготовки» изучается в четвертом семестре.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены.

1.1. Форма промежуточной аттестации: зачет.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Физическая химия. Основы водоподготовки» является профильной факультативной дисциплиной (ФТД.В.2.).

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Неорганическая химия.
- Аналитическая химия.
- Физика.

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

- Источники и системы теплоснабжения предприятий.
- Основы оптимизации технологических процессов.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Физическая химия. Основы водоподготовки» являются:

- формирование научного мировоззрения и понимания значения физической химии в управлении химико-технологическими процессами;
- изучение основных законов и закономерностей протекания химических и физико-химических процессов в разных условиях;
- формирование системных знаний о составе и свойствах природной и технической воды, параметрах ее качества, методах контроля и способах подготовки, обеспечивающих высокую эффективность технологических процессов;
- приобретение навыков практического применения некоторых методов контроля и подготовки воды, выполнения физико-химических расчетов, анализа и обобщения полученных результатов.
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций 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 ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю ³
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	<ul style="list-style-type: none"> - Применяет основные законы физической химии для объяснения изучаемых явлений и процессов; - Понимает физико-химические принципы основных методов очистки воды, возможности и ограничения их применения; - Анализирует химическое состояние водного объекта для решения вопроса о его возможном использовании; Вырабатывает стратегию действий на основе системного подхода для решения проблемных ситуаций.
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-УК-1.5 Последовательное решение задач, выработка конкретных алгоритмов и четкое следование плану, выстраивание комбинаций, переключение между задачами, прослеживание причинно-следственных связей, связанности и целостности логических операций	<ul style="list-style-type: none"> - Предлагает метод (схему) очистки воды для заданного применения; - Имеет практический опыт в проведении экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов; расчетов показателей качества воды, состава раствора; - Сравнивает различные способы решения задач, оценивая их особенности.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

Очная форма обучения	2	з.е.	64	час.
----------------------	---	------	----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации ⁴	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
4 семестр	зачет	64	16		32			16	
Всего	зачет	64	16		32				

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			
		Контактная работа			
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час
	Четвертый семестр				
УК-1: ИД-УК-1.1 ИД-УК-1.5	Раздел 1. Физическая химия				
	Тема 1.1. Основные направления, понятия и определения в физической химии	2			
	Тема 1.2. Свойства растворов. Растворы электролитов	2			
	Лабораторная работа 1.1. Приготовление растворов. Способы выражения состава растворов.			6	
	Лабораторная работа 1.2. Определение pH растворов.			6	
	Лабораторная работа 1.3. Зависимость электропроводности растворов от содержания солей.			4	
УК-1: ИД-УК-1.1 ИД-УК-1.3	Раздел 2. Физико-химические основы методов водоподготовки				
	Тема 2.1. Характеристика и классификация природных вод. Показатели качества воды, методы определения.	2			
	Тема 2.2. Принципиальные технологические схемы подготовки воды. Предварительная очистка воды.	2			
	Тема 2.3. Коагуляция коллоидных примесей. Фильтрация воды.	2			
	Тема 2.4. Реагентные методы обработки воды.	2			
	Тема 2.5. Методы удаления растворенных газов.	2			
	Тема 2.6. Обработка воды методами ионного обмена.	2			
	Лабораторная работа 2.1. Определение жесткости воды			6	
	Лабораторная работа 2.2. Определение щелочности воды			6	
	Лабораторная работа 2.3. Умягчение воды методами осаждения			4	
	Все индикаторы всех компетенций	Зачет	x	x	x
	ИТОГО за четвертый семестр	16		32	

3.1. Краткое содержание учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел 1	Физическая химия	
Тема 1.1.	Основные направления, понятия и определения в физической химии	Предмет и задачи физической химии. Термодинамическая система (открытая, закрытая, изолированная). Состояние системы. Свойства системы (интенсивные, экстенсивные). Параметры и функции состояния системы. Законы термодинамики. Критерии равновесия и направленности процесса в закрытых системах.
Тема 1.4.	Химическое и фазовое равновесия	<p>Химическое равновесие. Закон действующих масс.. Константа равновесия. Способы выражения константы равновесия. Связь между K_p и K_c. Уравнение изотермы Вант-Гоффа; определение направления химической реакции и константы равновесия. Уравнения изохоры и изобары Вант-Гоффа. Зависимость константы равновесия от температуры. Принцип смещения равновесия Ле-Шателье.</p> <p>Фазовое равновесие. Гомогенные и гетерогенные системы. Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия и фазовые переходы в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Равновесие пар - жидкость. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Диаграммы состояния одно- и двухкомпонентных систем. Принципы анализа диаграмм состояния.</p>
Тема 1.5.	Свойства растворов. Растворы электролитов	<p>Общая характеристика растворов. Идеальные и реальные растворы. Способы выражения состава растворов. Химический потенциал компонента в растворе.</p> <p>Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константа равновесия. Способы выражения константы равновесия. Связь между K_p и K_c.</p> <p>Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Электропроводность растворов. Закон Кольрауша. Зависимость электропроводности растворов электролитов от концентрации.</p> <p>Коллигативные свойства растворов. Повышение температуры кипения, понижение температуры замерзания, осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Растворимость газов в жидкости, уравнение Генри. Давление насыщенного пара над раствором, закон Рауля.</p>
Раздел 2	Физико-химические основы методов водоподготовки	
Тема 2.1	Характеристика и классификация природных вод. Показатели качества воды, методы определения.	<p>Применение воды в качестве теплоносителя. Принципиальные схемы обращения воды в тракте тепловых электростанций. Классификация воды по технологическим признакам. Влияние примесей воды на надёжность работы теплоэнергетического оборудования.</p> <p>Классификация, характеристика природных вод. Закономерности изменения состава примесей по районам и сезонам.. Характеристика примесей по степени дисперсности и химическому составу. Технологические показатели, используемые при анализе природных вод. Показатели качества, методы их определения.</p>
Тема 2.2	Предварительная очистка воды. Принципиальные	Классификация и выбор технологических процессов обработки воды. Основные методы водоподготовки. Принципиальные технологические схемы подготовки воды. Предварительная очистка воды.

	схемы подготовки воды.	
Тема 2.3	Коагуляция. коллоидных примесей. Фильтрация воды.	Задачи фильтрации воды. Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним. Влияние характеристик фильтрующего материала и других факторов на процесс фильтрации. Осветление воды фильтрацией. Коагуляция коллоидных примесей воды. Физико-химические процессы, протекающие в воде при коагуляции. Реагенты и оптимальные условия их применения. Изменение химического состава примесей воды при коагуляции.
Тема 2.4	Реагентные методы обработки воды.	Методы осаждения и соосаждения: известкование, содоизвесткование, магниезольное обескремнивание. Применяемые реагенты и условия их использования. Совмещение известкования с коагуляцией воды. Изменение состава примесей воды при известковании совместно с коагуляцией. Химические реакции, протекающие при обработке воды.
Тема 2.5	Методы удаления растворенных газов.	Виды безреагентных методов очистки воды, их назначение и применение. Удаление газов из воды методом термической деаэрации. Удаление из воды углекислоты.
Тема 2.6	Обработка воды методами ионного обмена.	Методы обессоливания воды. Метод ионного обмена, его назначение и применение. Физико-химические основы ионного обмена. Ионные материалы и их характеристики. Химическая стойкость и объёмная ёмкость ионитов. Технология ионного обмена. Na-катионирование и H-катионирование. Регенерация отработанного ионита.

3.2. 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 и лабораторным занятиям, зачету;
- изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;
- выполнение индивидуальных домашних заданий;
- подготовка к контрольной работе;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- подготовка к промежуточной аттестации 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;
- проведение консультаций перед зачетом,
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования (для студентов магистратуры – в целях устранения пробелов после поступления в магистратуру абитуриентов, окончивших бакалавриат/специалитет иных УГСН);

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

№ 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
Тема 2.1	Обращение воды в теплоэнергетике. Классификация воды в рабочих циклах электростанций по технологическим признакам	Проработать учебный материал для прохождения тестирования.	устное собеседование по результатам выполненной работы, тестирование	4

3.3. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

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

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 ИД-УК-1.5	
высокий	100-85	отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено	–	Обучающийся: – исчерпывающе и системно излагает учебный материал, умеет связывать теоретические положения с практикой, – понимает физико-химические основы методов водоподготовки; – справляется с решением задач профессиональной направленности, правильно обосновывает принятые решения; – показывает понимание в выборе и практическом применении методов водоочистки для повышения эффективности работы оборудования. – дополняет теоретическую информацию сведениями из современных научных источников;	

				<ul style="list-style-type: none"> – свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; – показывает четкие системные знания и представления по дисциплине; – дает развернутые, верные, грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные. 	
повышенный	65-85	хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено	–	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – достаточно подробно, системно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; – выделяет междисциплинарные связи, распознает и выделяет элементы в системе знаний, применяет их при решении практических задач; – способен самостоятельно провести анализ показателей состояния водного объекта и предложить необходимые методы очистки; – достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; – ответ отражает знание теоретического и практического материала, допускаются единичные негрубые ошибки 	
базовый	41-64	удовлетворительно/ зачтено (удовлетворительно)/ зачтено	–	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; 	

			<ul style="list-style-type: none"> – с неточностями излагает основные положения и определения по дисциплине; – испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач; – ориентируется в нормативах качества воды, но с затруднениями предлагает методы повышения ее качества; – отсутствует системность в изложении материала, демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине; – ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, допускаются грубые ошибки.
низкий	0-40	неудовлетворительно/ не зачтено	<p><i>Обучающийся:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности, не владеет необходимыми для этого навыками и знаниями; – не способен соотнести метод очистки воды с его целевым назначением; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; – 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 «Физическая химия. Основы водоподготовки» 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
	<p>Вопросы к коллоквиуму Раздел 1. Физическая химия</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Что такое энтальпия? 2. Вычислите тепловой эффект реакции ($T=298K$): $2H_2 + CO = CH_3OH_{ж.}$ <p style="text-align: center;">а) при $P = const$; б) при $V = const$,</p> <p style="text-align: center;">если $\Delta H^0_{CO} = -110,5 \text{ кДж/моль}$ $\Delta H^0_{CH_3OH_{ж.}} = -238,57 \text{ кДж/моль}$</p> 3. Термодинамические потенциалы как критерии равновесия в закрытых системах. 4. Определите, какая из функций состояния является критерием возможности протекания самопроизвольного процесса при $T=const$ и $P=const$ в а) изолированной и б) закрытой системе: <ol style="list-style-type: none"> 1. Энергия Гиббса G; 2. Энергия Гельмгольца F; 3. Энтропия S. 5. Определите, как будет меняться равновесный выход продуктов реакции при повышении давления (напишите выражение для константы равновесия K_p): $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ 6. Принцип подвижного равновесия Ле Шателье на примере реакции, протекающей <i>без изменения</i> количества вещества в газовой фазе. 7. В чем заключается различие между <i>гомогенными</i> и <i>гетерогенными термодинамическими</i> системами? Привести примеры. 8. Что такое <i>растворы</i>? Что называют <i>растворителем</i>? Виды растворов. 9. Определите <i>молярную</i> концентрацию (C_B) и <i>молярную долю</i> (x_B) $СВг_3СНО$ 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). 10. Как влияет <i>температура</i> на скорость химической реакции? По какому уравнению это можно оценить?

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий																																							
	ИДЗ № 1 к теме 1.1	<p align="center">ИДЗ № 1. «Первый и второй законы термодинамики»</p> <p>1. Вычислите тепловой эффект реакции А при $T = 298 \text{ К}$ и а) $P = \text{const}$; б) $V = \text{const}$.</p> <p>2. Вычислите изменение энтропии (ΔS°) и свободной энергии Гиббса (ΔG°) при стандартных условиях для реакции А. Возможно ли самопроизвольное протекание реакции в данных условиях?</p> <table border="1" data-bbox="779 456 2056 699"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Реакция А</th> <th>№</th> <th>Реакция А</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$</td> <td>6</td> <td>$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$</td> <td>7</td> <td>$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$</td> <td>8</td> <td>$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$</td> <td>9</td> <td>$\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$</td> <td>10</td> <td>$2\text{CO}_2 + \text{S}_{(\text{ромб})} = \text{SO}_2 + 2\text{CO}$</td> </tr> </tbody> </table>				№	Реакция А	№	Реакция А	1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$	6	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$	2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$	7	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$	3	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$	8	$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	4	$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$	9	$\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$	5	$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$	10	$2\text{CO}_2 + \text{S}_{(\text{ромб})} = \text{SO}_2 + 2\text{CO}$												
№	Реакция А	№	Реакция А																																						
1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$	6	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$																																						
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$	7	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$																																						
3	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$	8	$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$																																						
4	$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$	9	$\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$																																						
5	$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$	10	$2\text{CO}_2 + \text{S}_{(\text{ромб})} = \text{SO}_2 + 2\text{CO}$																																						
	ИДЗ № 2 к теме 1.2	<p align="center">ИДЗ № 2 «Смещение химического равновесия»</p> <p>Применяя принцип Ле-Шателье и данные расчета теплового эффекта реакции (см. ИДЗ №1), объясните, как будет изменяться равновесный выход конечных продуктов при</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) понижении температуры; 2) повышении давления; 3) добавлении исходных веществ. <table border="1" data-bbox="779 906 2085 1118"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Реакция А</th> <th>ΔH°</th> <th>№</th> <th>Реакция А</th> <th>ΔH°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$</td> <td></td> <td>6</td> <td>$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$</td> <td></td> <td>7</td> <td>$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$</td> <td></td> <td>8</td> <td>$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$</td> <td></td> <td>9</td> <td>$\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$</td> <td></td> <td>10</td> <td>$2\text{CO}_2 + \text{S}_{(\text{ромб})} = \text{SO}_2 + 2\text{CO}$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				№	Реакция А	ΔH°	№	Реакция А	ΔH°	1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$		6	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$		2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$		7	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$		3	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$		8	$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$		4	$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$		9	$\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$		5	$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$		10	$2\text{CO}_2 + \text{S}_{(\text{ромб})} = \text{SO}_2 + 2\text{CO}$	
№	Реакция А	ΔH°	№	Реакция А	ΔH°																																				
1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$		6	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$																																					
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$		7	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$																																					
3	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$		8	$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$																																					
4	$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$		9	$\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$																																					
5	$4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$		10	$2\text{CO}_2 + \text{S}_{(\text{ромб})} = \text{SO}_2 + 2\text{CO}$																																					

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
	Контрольная работа по теме 1-2 «Свойства растворов. Растворы электролитов»	<p style="text-align: center;">КР «Свойства растворов»</p> <p style="text-align: center;">Вариант № 1</p> <p>1. В 1000 г воды растворили 68,4 г сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$. Рассчитать: а) давление пара над раствором, б) осмотическое давление, в) температуру замерзания, г) температуру кипения раствора. Давление пара чистой воды при 20 °С равно 2314,9 Па. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные воды равны 1,86 и 0,52 К·кг·моль⁻¹ соответственно.</p> <p>2. К 40 мл раствора NaCl прибавили 10 мл 0,1 М раствора HCl. Вычислите концентрацию HCl в растворе после сливания, моль/л; г/л; % масс, моляльность.</p> <p style="text-align: center;">Вариант № 2</p> <p>1. В 1000 г воды растворили 18,4 г глицерина. Рассчитать: а) давление пара, б) осмотическое давление, в) температуру замерзания, г) температуру кипения раствора. Давление пара чистой воды при 20 °С равно 2314,9 Па. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные воды равны 1,86 и 0,52 К·кг·моль⁻¹ соответственно.</p> <p>2. К 10 мл 0,1 М раствора NaOH прибавили 10 мл 0,05 М раствора HCl. Вычислите концентрацию HCl в растворе после сливания, моль/л; г/л; % масс., моляльность.</p> <p style="text-align: center;">Вариант № 3</p> <p>1. В 1000 г воды растворили 34,2 г сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$. Рассчитать: а) давление пара, б) осмотическое давление, в) температуру замерзания, г) температуру кипения раствора. Давление пара чистой воды при 20 °С равно 2314,9 Па. Криоскопическая и эбуллиоскопическая постоянные воды равны 1,86 и 0,52 К·кг·моль⁻¹ соответственно/</p> <p>2. К 20 мл 0,05 М раствора HCl прибавили 40 мл 0,05 М раствора KOH. Вычислите концентрацию KOH в растворе после сливания, моль/л; г/л; % масс, моляльность.</p>
	Контрольная работа по теме 2-1 «Характеристика и классификация природных вод. Показатели качества воды, методы определения»	<p style="text-align: center;">Вариант № 1</p> <p>1. Какой массовой концентрации CaO, мг/л соответствует жесткость питательной воды равная 0,02 °Ж?</p> <p>2. Определите содержание ионов, определяющих щелочность воды, если Щф = 5,5 ммоль экв/л, Щмо = 6 ммоль экв/л.</p> <p style="text-align: center;">Вариант № 2</p> <p>1. При кипячении воды за счет разложения гидрокарбоната кальция жесткость снизилась на 2 °Ж. Определите массу выпавшего осадка карбоната кальция.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p>2. Найти соединения, присутствующие в растворе, если известны следующие значения щелочности и жесткости: $J_0 = 0$, $Щ_{фф} = 0,3$ ммоль экв/л; $Щ_{мо} = 0,6$ ммоль экв/л.</p> <p style="text-align: center;">Вариант № 3</p> <p>1. Жесткость исходной воды составляет 4 °Ж, а массовая концентрация кальция 60 мг/л. Определите содержание магния в воде, мг/л.</p> <p>2. Определите, будет ли выпадать в осадок гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), если $J(Ca) = 10$ °Ж, а молярная концентрация эквивалента серной кислоты после добавления в воду составила 10 ммоль/л.</p>
	<p>Вопросы для подготовки к зачету Раздел 2. Физико-химические Основы методов водоподготовки</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Признаки классификации природной воды. 2. Основные показатели качества воды. 3. Влияние некоторых примесей воды на работу энергетических объектов. 4. Процессы, входящие в предварительную очистку воды. 5. Назначение и условия проведения коагуляции. 6. Изменение солесодержания воды при известковании. 7. В каких случаях проводят содо-известкование? 8. Назначение ионообменных методов. 9. Характеристики ионообменных материалов. 10. Методы дегазации воды.

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Коллоквиум	На поставленный вопрос (вопросы) дан полный, развернутый ответ, показана совокупность осознанных знаний по теме, умение выделить причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает.		5
	Даны достаточно развернутые ответы на поставленные вопросы, показана		4

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины. В ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и процессов. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, но при изложении материала не всегда корректно употреблял терминологию и четко сформулировал свою мысль.		
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ, не прослеживалась логика и последовательность изложения. Допущены ошибки в употреблении терминов, не раскрыты суть проблем. Обучающийся не способен самостоятельно выделить причинно-следственные связи и конкретизировать обобщенные знания. Обучающийся обладает фрагментарными знаниями по теме коллоквиума, слабо владеет профессиональной терминологией.		3
	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях и понятиях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы.		2
Контрольная работа. ИДЗ	Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов и формул для решения. При решении даны все необходимые пояснения. Метрологически верно представлены результаты с указанием размерностей.		5
	Продемонстрировано правильные подходы к решению задач и использование формул при наличии несущественных ошибок при получении ответа.		4
	Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев, в том числе из-за арифметических ошибок, нарушения размерностей и т.п., отсутствуют.		3
	Обучающийся не выполнил задания.		2

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Устная дискуссия	Обучающийся активно участвует в дискуссии по заданной теме. В ходе комментариев и ответов на вопросы опирается на знания лекционного материала и знания из дополнительных источников. Использует грамотно профессиональную лексику и терминологию. Убедительно отстаивает свою точку зрения. Проявляет мотивацию и заинтересованность к работе.		5
	Обучающийся участвует в дискуссии по заданной теме, но в ходе комментариев и ответов на вопросы опирается в большей степени на остаточные знания и собственную интуицию. Использует профессиональную лексику и терминологию, но допускает неточности в формулировках.		4
	Обучающийся слабо ориентировался в материале, в рассуждениях не демонстрировал логику ответа, плохо владел профессиональной терминологией, не раскрывает суть в ответах и комментариях.		3
	Обучающийся не участвует в дискуссии и уклоняется от ответов на вопросы.		2

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Зачет (по билетам)	<p style="text-align: center;">Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> Критерии равновесия и направленности процессов в закрытых системах. Физико-химические основы ионообменного процесса. К 10 мл 0,1 М раствора NaOH прибавили 10 мл 0,05 М раствора HCl. Вычислите концентрацию HCl в растворе после сливания, моль/л; г/л. <p style="text-align: center;">Билет № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты. Электропроводность растворов. Коагуляция коллоидных примесей воды. При кипячении воды за счет разложения гидрокарбоната кальция жесткость снизилась на 2 °Ж. Определите массу выпавшего осадка карбоната кальция.

	Билет № 3
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическое выражение первого закона термодинамики, формулировка, практическая значимость. 2. Основные методы водоподготовки, их назначение. 3. Жесткость исходной воды составляет 4 °Ж, а массовая концентрация кальция 60 мг/л. Определите содержание магния в воде, мг/л.

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Зачет с оценкой в устной форме по билетам (2 вопроса и задача)	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – практическое задание (задача) решена и оформлена верно. – Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. 		5
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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; 		4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, но при вычислении допущены несущественные ошибки; – В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы и ошибки при решении задачи. 		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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; – неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно; <p>Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер.</p>		3
	<p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при решении задачи.</p> <p>На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.</p>		2

5.5. 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:		
- Коллоквиумы		2 – 5
- ИДЗ		2 – 5
- Контрольные работы		2 – 5
Участие в устных дискуссиях		2 – 5
		2 – 5
Промежуточная аттестация (зачет)		
Итого за семестр: зачет		

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- разбор конкретных ситуаций;
- групповые дискуссии;
- преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, связанных с будущей профессиональной деятельностью, а также в занятиях лекционного типа, поскольку они предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

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 соответствует требованиям 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, Малый Калужский переулок, дом 1, строение 2,	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран – маркерная доска
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, по практической подготовке,	комплект учебной мебели, комплект лабораторного оборудования, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран
<i>и т.д.</i>	...
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 осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

№ 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	Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф.	Водоподготовка в энергетике	Учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2016	http://iprbookshop.ru/55890/html.-ЭБС«IPrbook»	
2	Вихрев В.Ф., Шкроб М.С.	Водоподготовка	Учебник	М.: Энергия	2013	http://znanium.com/bookread2.phpbook=466339	в библиотеке ЭИОС
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Стерман Л.С., Покровский В.Н.	Физические и химические методы обработки воды на ТЭС	Учебник	М.: Энергоатомиздат	1991	http://connect.misis.	5-
2	Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Липунов Н.Н., Первова И.Г., Семенищев В.С.	Физико-химические основы процессов очистки воды	Учебное пособие	Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та	2016		-
3	Беликов С.Е.	Водоподготовка: Справочник.	Учебное пособие	М.: Аква-Терм.	2007		-
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							

1	Каленков А.Б	Физико-химические основы водоподготовки. Анализ состава воды.	УМП	М.: РГУ им. А.Н. Косыгина	2018		5
2	Каленков А.Б	Физико-химические основы водоподготовки. Расчет оборудования водоподготовки промышленной котельной	УП	М.: РГУ им. А.Н. Косыгина	2018		5
3	Жмакин Л.И., Каленков А.Б	Накипеобразование в теплоэнергетических установках	УМП	М.: РИО МГУДТ	2014		5

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.	http://arxiv.org — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
5.	http://www.ict.edu.ru - портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании»
6.	http://www.edu.ru - федеральный портал «Российское образование»
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

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/МОДУЛЯ

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