

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ТОБОЛЬСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (филиал)**

**УТВЕРЖДАЮ:**

  
Председатель КСН  
А.Г. Мозырев  
«30» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Физическая химия  
направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
направленность: Химическая технология органических веществ  
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30 августа 2021 г. и требованиями ОПОП 18.03.01 Химическая технология, направленность «Химическая технология органических веществ» к результатам освоения дисциплины «Физическая химия».

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин. Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой  С.А. Татьяненко

СОГЛАСОВАНО:  
Заведующий выпускающей кафедрой  С.А. Татьяненко  
«30» августа 2021 г.

Рабочую программу разработал:

З.Р. Тушакова, доцент кафедры  
электроэнергетики,  
кандидат педагогических наук



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** формирование и развитие профессиональных компетенций на основе изучения основных разделов физической химии.

**Задачи дисциплины:**

- изучить основные понятия и положения физической химии в соответствии с образовательной программой: строение вещества; законы физики применительно к химическим процессам; термодинамические, электрические процессы, происходящие в химических системах; химическая кинетика и каталитические процессы;
- развить профессиональные умения: анализировать предложенный материал; моделировать физико-химический эксперимент; использовать различные современные технические и электронные средства обучения;
- воспитывать современное представление о картине мира.

## 2. Место дисциплины/модуля в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание: законов термодинамики, строения молекул, законов кинетики и катализа, химического и фазового равновесия для понимания сущности технологических процессов;

умение: характеризовать свойства соединений на основе их строения, выявлять общие закономерности химической технологии на основе понимания законов физики, общей, органической и физической химии; планировать и проводить физико-химические эксперименты, проводить обработку результатов, выдвигать гипотезы о механизмах проведённых реакций и строении соединений;

владение: методами теоретического и экспериментального исследования состояния химических систем, анализа результатов исследования и их проецирования на технологические процессы в условиях производства.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Высшая математика», «Физика» «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия» и служит основой для освоения дисциплин «Технология промышленной подготовки нефти», «Процессы и аппараты химической технологии», «Первичная переработка нефти и газа», «Основы катализа», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup>	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических	ОПК-1.1 Изучает, анализирует механизмы химических реакции, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Знать: зависимость свойств молекул от их строения, причины возникновения оптических свойств соединений (31); Уметь: умеет анализировать спектры соединений для определения их качественного состава и строения (У1); Владеть: методами спектрофотометрии, ИК-Фурье-спектрометрии для анализа свойств и состава соединений (В1);
	ОПК-1.2 Использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и	Знать: этапы физико-химического эксперимента; методики обработки результатов; способы расчета погрешностей, форму представления результатов (32);

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup>	Код и наименование результата обучения по дисциплине
элементов, соединений, веществ и материалов	свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Уметь: планировать и проводить физико-химические эксперименты, оценивать результаты и погрешности, обосновывать гипотезы о механизмах проведённых реакций и строении соединений (У2);
		Владеть: навыками применения знаний законов физической химии для понимания окружающих природных явлений и обоснования сущности технологических процессов (В2);
ПКС-2 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции	ПКС-2.1 Контролирует состояние лабораторного оборудования, обеспечивает достоверность, объективность и точность результатов испытаний	Знать: теоретические основы химии; основные законы в главных процессах химической переработки для понимания технологии производства (З3);
	ПКС-2.2 Анализирует результаты аналитического контроля качества нефти, причины отклонения качества продукции	Уметь: выявлять закономерности химической технологии на основе понимания законов физики, общей, органической и физической химии (У3);
		Владеть: методами анализа результатов исследования химических систем для предсказания условий производственных технологических процессов (В3);
		Знать: термодинамические основы химических процессов, химизм и механизмы реакций основных органических соединений и их общие кинетические закономерности (З4);
	ПКС-2.3 Принимает решения по изменению технологического режима объектов, воздействию на технологический процесс	Уметь: выбирать и применять методы инструментального анализа и оценивать результаты контроля качества соединений
		Владеть: умением выбирать и реализовывать модель экспериментального исследования на основе знаний законов естественных наук (В4);
Знать: способы смещения химического равновесия в сторону образования целевых продуктов, законы фазового равновесия многокомпонентных систем (З5) Уметь: использовать количественные закономерности химических реакций для оптимальной промышленной реализации химических процессов органического синтеза (У5);		
Владеть: методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (В5)		

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	2/4	16	-	48	80	экзамен
заочная	3/5	10	-	8	126	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

**очная форма обучения (ОФО)**

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>1</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	Предмет и задачи курса физической химии	0,5	–	-	1	1,5	ОПК-1.1 ОПК-1.2	-
2.	2	Строение и свойства молекул	1,5	–	4	6	11,5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Строение молекул» Выполнение индивидуального домашнего задания «Строение молекул» Тест «Строение молекул»
3.	3	Основы химической термодинамики	2	–	6	6	14	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Термохимия» Выполнение индивидуального домашнего задания «Термохимия» Тест «Химическая термодинамика» Аудиторная контрольная работа по теме «Основные законы химической термодинамики»
4.	4	Химическое равновесие в реальных системах	2	–	8	6	16	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.3	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Химическое равновесие» Выполнение индивидуального домашнего задания «Химическое равновесие» Тест «Химическое и фазовые равновесия» Аудиторная контрольная работа «Химическое равновесие»
5.	5	Фазовые равновесия	2	–	10	6	18	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Термический анализ», «Трехкомпонентные жидкие системы» Тест «Химическое и

									фазовые равновесия» Аудиторная контрольная работа «Фазовое равновесие» Выполнение индивидуального домашнего задания «Фазовое равновесие»
6.	6	Термодинамика растворов	2	–	4	4	10	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Термодинамика растворов» Выполнение индивидуального домашнего задания «Термодинамика растворов» Тест «Термодинамика растворов»
7.	7	Электрохимия. Растворы электролитов	2	–	4	4	10	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.2	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Изучение скорости гидролиза сложного эфира», «рН гидратообразования», «Определение константы диссоциации методом электропроводности» Выполнение индивидуального домашнего задания «Электрохимия» Тест «Электрохимия, химическая кинетика» Аудиторная контрольная работа по теме «Электрохимия, химическая кинетика»
8.	8	Химическая кинетика	2	–	4	5	11	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.3	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Кинетика разложения перекиси», Выполнение индивидуального домашнего задания «Химическая кинетика» Тест «Химическая кинетика» Аудиторная контрольная работа «Химическая кинетика»
9.	9	Катализ	2	–	8	6	16	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.3	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Определение насыпной плотности катализаторов» Выполнение индивидуального домашнего задания «Катализ» Тест 3 «Катализ» Аудиторная контрольная работа «Катализ»
10.	Курсовая работа/проект		-	-	-	-	-	-	-
11.	Экзамен					36	36		экзамен выставляется по результатам

									рейтинга
Итого:		16	-	48	80	144			

### заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>2</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1.	1	Предмет и задачи курса физической химии	0,5	-	-	1	1,5	ОПК-1.1 ОПК-1.2	-
2.	2	Строение и свойства молекул	1	-	2	14	17	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1	Выполнение и защита контрольной работы Итоговый тест
3.	3	Основы химической термодинамики	1,5	-	2	14	17,5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1	Выполнение и защита контрольной работы Выполнение и отчет по лабораторным работам «Термохимия» «Трехкомпонентные жидкие системы» Итоговый тест
4.	4	Химическое равновесие в реальных системах	1,5	-	-	14	15,5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.3	Выполнение и защита контрольной работы Итоговый тест
5.	5	Фазовые равновесия	2	-	2	16	20	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Выполнение и защита контрольной работы Итоговый тест
6.	6	Термодинамика растворов	-	-	-	14	14	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1	Выполнение и защита контрольной работы Итоговый тест
7.	7	Электрохимия. Растворы электролитов	-	-	-	16	16	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.2	Выполнение и защита контрольной работы Итоговый тест
8.	8	Химическая кинетика	2	-	2	14	17,5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.3	Выполнение и защита контрольной работы Итоговый тест
9.	9	Катализ	1,5	-	-	14	16	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.3	Выполнение и защита контрольной работы Итоговый тест
10.	Курсовая работа/проект		-	-	-	-	-	-	-

11.	Экзамен				9	9		Итого:	10	-	8	126	144		Итоговый тест
-----	---------	--	--	--	---	---	--	--------	----	---	---	-----	-----	--	---------------

**очно-заочная форма обучения (ОЗФО)** - не предусмотрена.

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

**1. Предмет и задачи курса физической химии.** Физическая химия, как теоретическая основа современной химии и химической технологии.

**2. Строение и свойства молекул.** Строение и свойства молекул. Межмолекулярное взаимодействие. Современная теория химического строения молекул. Спектральные методы исследования строения и энергетических состояний молекул.

**3. Основы химической термодинамики.** Первое начало термодинамики. Изобарный, изотермический, изохорный, адиабатический процессы в химии. Термохимия. Тепловые эффекты химических процессов в изобарных и изохорных условиях. Закон Гесса. Энтальпия и ее изменения при химических реакциях. Способы расчета изменения энтальпии и тепловых эффектов в химических реакциях. Второе начало термодинамики. Термодинамическая вероятность состояния. Термодинамика обратимых и необратимых процессов. Понятие об энтропии. Энтропия обратимых и необратимых процессов. Изменения энтропии в химических реакциях. Статистическая трактовка энтропии. Абсолютная энтропия. Постулат Планка. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта, теплоемкости от температуры. Уравнение Кирхгофа. Аналитические и интерполяционные уравнения. Термодинамические потенциалы. Критерии самопроизвольности процессов. Способы расчета изобарно-изотермических и изохорно-изотермических потенциалов. Химический потенциал. Активность, фугитивность.

**4. Химическое равновесие в реальных системах.** Максимальная константа равновесия химической реакции. Смещение химического равновесия при изменении внешних условий проведения реакций (давление, температура). Уравнения изобары, изохоры, изотермы химических реакций. Определение констант равновесия химических реакций.

**5. Фазовые равновесия.** Характеристика фазового равновесия. Основные правила и понятия. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Диаграммы однокомпонентных систем. Диаграмма состояния воды. Моно- и энантиотропные фазовые переходы. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Термический анализ. Системы с эвтектикой. Системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями. Системы с твердыми растворами. Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе. Диаграммы трехкомпонентных систем. Трехкомпонентные жидкие системы. Трехкомпонентные системы с тройной эвтектикой.

**6. Термодинамика растворов.** Общие свойства растворов. Растворы идеальные и реальные. Свойства растворов. Давление насыщенного пара над разбавленным раствором. Законы Рауля и Генри. Химические потенциалы и стандартные состояния компонентов растворов. Температура замерзания растворов. Криоскопия. Температура кипения. Эбуллиоскопия. Осмотическое давление. Термодинамика жидких летучих смесей. Законы Коновалова.

**7. Электрохимия. Растворы электролитов.** Свойства растворов электролитов. Отступление от закона Рауля и Вант Гоффа в растворах электролитов. Теория сильных электролитов. Электропроводность растворов. Скорость движения ионов, активность, ионная сила, подвижность и числа переноса ионов. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов. Электрохимическая система. Двойной электрический слой. Возникновение электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал. Ряд напряжений. Диффузионный потенциал. Типы гальванических цепей. Классификация электродов. Измерение ЭДС гальванических элементов. Уравнение Нернста. Термодинамика электрохимических систем. Электролиз. Законы Фарадея. Выход по току. Химические источники тока. Промышленное применение электрохимии.

**8. Химическая кинетика.** Введение. Формальная кинетика. Основные понятия химической кинетики. Кинетика односторонних простых реакций, протекающих в статических

условиях. Способы определения порядка реакции. Кинетика сложных гомогенных реакций: обратимых, параллельных, последовательных. Метод стационарных концентраций Боденштейна. Влияние температуры на скорость реакции. Теории химической кинетики. Теория активных столкновений. Теория активного комплекса или переходного состояния. Кинетика цепных и фотохимических реакций. Кинетика гетерогенных реакций.

9. **Катализ.** Свойства катализаторов. Эксплуатационно-экономические свойства. Химические свойства. Физико-механические свойства.

10. **Гомогенный катализ.** Теория кислот и оснований Бренстеда и Льюиса. Кислотный катализ. Основной катализ. Металлокомплексный катализ. Ферментативный катализ.

11. **Гетерогенный катализ.** Адсорбция. Типы. Характеристики физической адсорбции и хемосорбции. Свойства катализатора. Теория гетерогенного катализа А.А.Баландина. Теория активизированного комплекса Кобозева. Окислительно-восстановительная теория Волькенштейна.

12. **Структура и физико-механические свойства катализатора.** Требования к катализатору: высокая каталитическая активность; избирательность; регенерация. Роль структурных факторов в повышении каталитической активности, избирательности. Физико-механические и физико-химические свойства наноразмерных частиц: а) высокая каталитическая активность; б) нелинейно-оптические свойства; в) магнитные свойства. Перспективы использования катализаторов с наноразмерной структурой в реакциях ЖТЛ-технологии, фотокатализе, полупроводниковой технике в качестве сенсоров и в медицине.

## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	0,5	0,5	-	Физическая химия, как теоретическая основа современной химии и химической технологии
2.	2	1,5	1	-	Строение и свойства молекул. Межмолекулярное взаимодействие. Современная теория химического строения молекул. Спектральные методы исследования строения и энергетических состояний молекул
3.	3	2	1,5	-	Первое начало термодинамики. Изобарный, изотермический, изохорный, адиабатический процессы в химии. Термохимия. Тепловые эффекты химических процессов в изобарных и изохорных условиях. Закон Гесса. Энтальпия и ее изменения при химических реакциях. Способы расчета изменения энтальпии и тепловых эффектов в химических реакциях. Второе начало термодинамики. Термодинамическая вероятность состояния. Термодинамика обратимых и необратимых процессов. Понятие об энтропии. Энтропия обратимых и необратимых процессов. Изменения энтропии в химических реакциях. Статистическая трактовка энтропии. Абсолютная энтропия. Постулат Планка. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта, теплоемкости от температуры. Уравнение Кирхгофа. Аналитические и интерполяционные уравнения. Термодинамические потенциалы. Критерии самопроизвольности процессов. Способы расчета изобарно-изотермических и изохорно-изотермических потенциалов. Химический потенциал. Активность, фугитивность.
4.	4	2	1,5	-	Максимальная константа равновесия химической реакции. Смещение химического равновесия при изменении внешних условий проведения реакций (давление, температура). Уравнения изобары, изохоры, изотермы химических реакций. Определение констант равновесия химических реакций.
5.	5	2	2	-	Характеристика фазового равновесия. Основные правила и понятия. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона–

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
					Клаузиуса. Диаграммы однокомпонентных систем. Диаграмма состояния воды. Моно- и энантиотропные фазовые переходы. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Термический анализ. Системы с эвтектикой. Системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями. Системы с твердыми растворами. Системы с ограниченной растворимостью в жидкой фазе. Диаграммы трехкомпонентных систем Трехкомпонентные жидкие системы. Трехкомпонентные системы с тройной эвтектикой.
6.	6	2	-	-	Общие свойства растворов. Растворы идеальные и реальные. Свойства растворов. Давление насыщенного пара над разбавленным раствором. Законы Рауля и Генри. Химические потенциалы и стандартные состояния компонентов растворов. Температура замерзания растворов. Криоскопия. Температура кипения. Эбуллиоскопия. Осмотическое давление. Термодинамика жидких летучих смесей. Законы Коновалова.
7.	7	2	-	-	Свойства растворов электролитов. Отступление от закона Рауля и Вант Гоффа в растворах электролитов. Теория сильных электролитов. Электропроводность растворов. Скорость движения ионов, активность, ионная сила, подвижность и числа переноса ионов. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов. Электрохимическая система. Двойной электрический слой. Возникновение электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал. Ряд напряжений. Диффузионный потенциал. Типы гальванических цепей. Классификация электродов. Измерение ЭДС гальванических элементов. Уравнение Нернста. Термодинамика электрохимических систем. Электролиз. Законы Фарадея. Выход по току. Химические источники тока. Промышленное применение электрохимии.
8.	8	2	2	-	Введение. Формальная кинетика. Основные понятия химической кинетики. Кинетика односторонних простых реакций, протекающих в статических условиях. Способы определения порядка реакции. Кинетика сложных гомогенных реакций: обратимых, параллельных, последовательных. Метод стационарных концентраций Боденштейна. Влияние температуры на скорость реакции. Теории химической кинетики. Теория активных столкновений. Теория активного комплекса или переходного состояния. Кинетика цепных и фотохимических реакций. Кинетика гетерогенных реакций.
9.	9	2	1,5	-	Свойства катализаторов. Эксплуатационно-экономические свойства. Химические свойства. Физико-механические свойства. Теория кислот и оснований Бренстеда и Льюиса. Кислотный катализ. Основной катализ. Металлокомплексный катализ. Ферментативный катализ. Адсорбция. Типы. Характеристики физической адсорбции и хемосорбции. Свойства катализатора. Теория гетерогенного катализа А.А.Баландина. Теория активизированного комплекса Кобозева. Окислительно-восстановительная теория Волькенштейна. Требования к катализатору: высокая каталитическая активность; избирательность; регенерация. Роль структурных факторов в повышении каталитической активности, избирательности. Физико-механические и физико-химические свойства наноразмерных частиц: а) высокая каталитическая активность; б) нелинейно-оптические свойства; в) магнитные свойства. Перспективы использования катализаторов с наноразмерной структурой в реакциях ЖТЛ технологии, фотокатализе, полупроводниковой технике в

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
					качестве сенсоров и в медицине.
Итого:		16	10	-	

**Практические занятия** – учебным планом не предусмотрены

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1.	1	4	2	-	Техника безопасности лабораторных работ <u>Строение молекул</u> 1. Изучение строения молекул методом молекулярной рефракции или 2. Определение степени диссоциации и константы диссоциации кислоты при помощи спектрофотометра
2.	2	6	2	-	<u>Термохимия</u> 1. Определение теплоты растворения соли или 2. Определение теплоты гидратообразования соли или 3. Определение теплоты нейтрализации сильного основания сильной кислотой
3.	3	8	-	-	<u>Химическое равновесие</u> 1. Изучение химического равновесия в гомогенной системе.
4.	4	10	2	-	<u>Фазовое равновесие</u> 1. Термический анализ 2. Закон распределения 3. Трехкомпонентные жидкие системы
5.	5	4	-	-	<u>Растворы</u> 1. Определение молярной массы (криоскопия)
1.	7	4	-	-	Техника безопасности лабораторных работ. <u>Электрохимия</u> 1. Измерение электрической проводимости растворов электролитов или 1. Определение рН гидратообразования или Кондуктометрическое титрование
2.	8	4	2	-	<u>Химическая кинетика</u> 1. Изучение скорости инверсии тростникового сахара. 2. Изучение кинетики реакции разложения мочевины в водных растворах методом электропроводности
3.	9	4	-	-	<u>Гомогенный катализ</u> Изучение скорости гидролиза сложного эфира в присутствии ионов водорода.
4.	9	2	-	-	<u>Гетерогенный катализ</u> Каталитическое разложение пероксида водорода
5.	9	2	-	-	<u>Структура и физико-механические свойства катализаторов</u> Определение физико-механических свойств катализаторов
Итого:		48	8	-	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1.	1	1	1		Предмет и задачи физической химии	освоение лекционного

						материала
2.	2	6	12	-	Строение и свойства молекул	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
3.	3	3	8	-	Тепловой эффект химической реакции при постоянном давлении и объеме. Изменение энтропии в разных процессах, реакциях. Изобарный, изохорный, химический потенциал	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
4.	3	3	4	-	Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта, теплоемкости от температуры	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
5.	4	6	12	-	Определение констант равновесия химических реакций	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
6.	5	6	14	-	Диаграммы состояния одно-, двух-, трехкомпонентных систем	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
7.	6	4	14	-	Давление насыщенного пара компонента над раствором. Понижение температуры замерзания растворов. Осмотическое давление растворов	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
8.	7	2	7	-	Электропроводность растворов электролитов	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
9.	7	2	7	-	Термодинамика электрохимических процессов. Электродвижущие силы и электродные потенциалы	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
10.	8	1	4	-	Формальная кинетика. Кинетика односторонних простых реакций, протекающих в статических условиях. Способы определения порядка реакции.	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию

11.	8	1	4	-	Кинетика сложных гомогенных реакций: обратимых, параллельных, последовательных.	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
12.	8	1	4	-	Влияние температуры на скорость реакции.	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
13.	8	2	2	-	Кинетика цепных и фотохимических реакций. Метод стационарных концентраций Боденштейна	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
14.	9	2	5	-	Гомогенный катализ. Теория кислот и оснований Бренстеда и Льюиса. Кислотный катализ. Основной катализ	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
15.	9	2	5	-	Гетерогенный катализ	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
16.	9	2	4	-	Структура и физико-механические свойства катализатора	освоение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольным работам, подготовка к тестированию
17.	1-9	-	10	-	Контрольная работа	Выполнение контрольной работы
18.	Экзамен	36	9	-	Подготовка к экзамену	
	Итого:	80	126	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- визуализация учебного материала в системе поддержки учебного процесса educon (лекционные занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа);
- работа в малых группах (лабораторные занятия).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. Контрольные работы

### 7.1 Методические указания для выполнения контрольных работ.

Контрольная работа предусмотрена для обучающихся заочной формы.

Контрольная работа занимает важное место в межсессионных занятиях обучающихся заочной формы обучения. Главная цель ее – помочь обучающемуся лучше усвоить отдельные вопросы программы, привить навыки самостоятельной работы с литературой.

Материал дисциплины необходимо изучать последовательно, по разделам, пользуясь учебниками и учебными пособиями. При этом особое внимание следует обратить на усвоение понятий, определений, законов, вывод уравнений. Проработав тему, нужно ответить на вопросы контрольной работы, разобрать примеры задач с решениями, а затем приступить к решению задач.

Контрольные работы содержат 5 заданий, часть из которых являются теоретическими, другая часть представлена задачами.

Варианты заданий к контрольной работе выбираются в соответствии с порядковым номером обучающегося в списке группы.

Контрольная работа представляется на кафедру для рецензирования в намеченные по графику сроки, после чего передается обучающемуся для исправления замечаний и допускается к защите.

### 7.2 Тематика контрольных работ

#### **Первый и второй законы термодинамики**

Идеальные газы, уравнение состояния идеальных газов. Газовая постоянная. Расчеты по уравнению Менделеева-Клапейрона. Математическое выражение I закона термодинамики. Функции состояния и функции процесса. Расчет работы расширения в изобарном, изотермическом, адиабатном процессах. Графическая интерпретация работы расширения. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в процессах с участием идеального газа. Теплоемкость, степенные (температурные) ряды. Зависимость энтальпии и внутренней энергии вещества от температуры. Закон Гесса и следствия из закона Гесса. Обоснование следствий из закона Гесса. Расчет тепловых эффектов химических реакций при  $V=\text{const}$  и  $P=\text{const}$  и теплоты фазовых превращений при  $T=298\text{K}$  с помощью таблиц стандартных термодинамических величин. Определение теплоты образования вещества по данным о его теплоте сгорания.

Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа. Графический анализ зависимости теплового эффекта от температуры на основании зависимостей сумм теплоемкостей реагентов от температуры. Расчет тепло-вых эффектов реакций, теплоты образования и теплоты фазовых переходов при заданной температуре с использованием справочных данных.

Второй закон термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры, давления, объема. Изменение энтропии индивидуальных веществ в различных процессах, при фазовых превращениях и при смешении идеальных газов. Абсолютная энтропия вещества. Расчет абсолютной энтропии вещества при заданной температуре. Расчет изменения энтропии в химических реакциях при заданной температуре.

Энергия Гиббса ( $G$ ). Энергия Гельмгольца ( $A$ ). Зависимость функций  $G$  и  $A$  от температуры, давления, объема. Изменение функций  $G$  и  $A$  в различных процессах с участием индивидуальных веществ. Расчет  $\Delta G^0_{298}$  и  $\Delta A^0_{298}$  для химических процессов. Использование таблиц стандартных термодинамических величин для расчета  $\Delta G^0_T$  и  $\Delta A^0_T$  химических реакций при различных температурах.

#### **Химическое равновесие**

Расчет эмпирической константы химического равновесия из экспериментальных данных о равновесных давлениях и концентрациях реагентов. Взаимосвязь констант равновесия  $K_p, K_c, K_x$  и  $K_a$  химических реакций с участием идеальных газов. Нахождение состава равновесной смеси (равновесного выхода продукта реакции, степени превращения и степени диссоциации вещества) на основании величины константы химического равновесия (для

гомогенных и гетерогенных реакций). Влияние давления и примеси инертного газа на смещение химического равновесия.

Стандартное химическое сродство. Определение направления самопроизвольного протекания химической реакции при  $P=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$  на основании уравнения изотермы Вант-Гоффа. Влияние температуры на константу химического равновесия, уравнение изобары Вант-Гоффа. Вычисление константы равновесия химической реакции при некоторой температуре  $T_2$  по ее значению при другой температуре  $T_1$  и среднему значению энтальпии реакции в данном интервале температур. Определение термодинамических характеристик химической реакции (энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) из экспериментальной зависимости константы равновесия от температуры. Расчет  $\Delta G^0_T$  и термодинамической константы химического равновесия при различных температурах с помощью таблиц стандартных термодинамических величин, на основании справочных данных о логарифмах констант равновесия реакций образования соединений из простых веществ. Использование метода Темкина-Шварцмана и метода комбинирования уравнений химических реакций для нахождения константы равновесия данной реакции.

#### **Фазовое равновесие в однокомпонентных системах.**

Диаграмма фазового равновесия однокомпонентной системы (диаграмма с тройной точкой). Правило фаз Гиббса. Определение числа степеней свободы в заданной фазовой области. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Расчет давления насыщенного пара и теплоты испарения (возгонки) при заданной температуре на основании справочных данных о температурах кипения (возгонки) веществ при давлении ниже атмосферного. Нахождение координат тройной точки по температурной зависимости давления насыщенного пара вещества. Расчет температуры плавления вещества при заданном внешнем давлении (в приближении линейной зависимости температуры плавления от давления). Вычисление термодинамических функций фазовых превращений ( $\Delta H$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta A$ ,  $\Delta G$ ) на основании экспериментальных зависимостей давления насыщенного пара от температуры.

#### **Общая характеристика термодинамических свойств растворов**

Определение парциальных молярных величин компонентов раствора из экспериментальных зависимостей экстенсивного свойства раствора от концентрации. Использование уравнения Гиббса-Дюгема для нахождения интегрального свойства раствора. Расчет изменения объема, энтальпии, энтропии, энергии Гиббса при образовании бинарного идеального раствора. Закон Рауля. Расчет активностей, коэффициентов активности и относительного химического потенциала компонентов раствора по экспериментальной зависимости давления насыщенного пара от концентрации для стандартного состояния "чистое вещество". Расчет термодинамических функций смешения для реальных растворов при заданной температуре.

#### **Коллигативные свойства разбавленных растворов нелетучих веществ**

Вычисление относительного понижения давления пара растворителя, повышения температуры начала кипения, понижения температуры начала отвердевания, осмотического давления для разбавленного раствора нелетучего вещества в летучем растворителе при данной концентрации раствора. Определение величины какого-либо коллигативного свойства разбавленного раствора нелетучего вещества в летучем растворителе по значению другого коллигативного свойства. Изотонический коэффициент. Расчеты молярной массы и степени диссоциации (ассоциации) нелетучего растворенного вещества.

#### **Фазовое равновесие "жидкость-пар" в двухкомпонентных системах**

Диаграммы кипения. Правило фаз Гиббса, расчет числа степеней свободы в заданной фазовой области. Правило рычага, его применение для определения количества равновесных фаз. Вычисление количества компонента, которое необходимо добавить к системе заданного состава, для перевода ее в новое состояние с другим содержанием компонентов. Расчет количества компонента, которое теоретически может быть выделено в чистом виде из азеотропного раствора путем перегонки. Расчет расходного коэффициента водяного пара при перегонке высококипящих жидкостей с водяным паром.

## **Фазовое равновесие “жидкость-твердое” в бинарных системах**

Диаграммы плавкости изоморфно и неизоморфно кристаллизующихся веществ с одной эвтектикой, с образованием устойчивого соединения (неустойчивого соединения, с ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии), анализ. Применение правила рычага для нахождения количества равновесных твердой и жидкой фаз. Определение химической формулы твердого соединения, образующегося при кристаллизации из расплава. Применение правила фаз Гиббса к анализу диаграмм плавкости.

Трехкомпонентные системы. Концентрационный треугольник. Методы Гиббса и Розебома для определения состава системы. Трехкомпонентная система с ограниченной растворимостью двух компонентов. Определение составов равновесных фаз.

## **Растворы электролитов**

Основные положения теории электролитической диссоциации С.Аррениуса. Сильные и слабые электролиты. Определение степени диссоциации на основании величины константы диссоциации. Изменение степени и константы диссоциации при добавлении в раствор сильного электролита с общим ионом. Расчет  $\Delta H_D^0$ ,  $\Delta S_D^0$  и  $\Delta G_D^0$  на основании зависимости  $K_D = f(T)$ . Ионное произведение воды, рН раствора. Расчет рН для растворов сильных и слабых электролитов. Произведение растворимости. Расчет растворимости мало-растворимых соединений в отсутствии и при наличии посторонних электролитов в растворе. Расчет ионного произведения воды и произведения растворимости из данных о стандартных термодинамических величинах ионов в водных растворах.

Термодинамическое описание свойств растворов сильных электролитов. Связь активности электролита со средними ионными активностями и средними ионными коэффициентами активности. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Расчет активностей, средних ионных активностей и средних ионных коэффициентов активности. Определение рН растворов сильных электролитов. Расчет растворимости малорастворимых солей. Влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимых соединений.

Удельная ( $\kappa$ ), молярная ( $\Lambda$ ) и эквивалентная ( $\lambda$ ) электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость  $\kappa$  и  $\Lambda$  от концентрации и разведения. Закон независимого движения ионов. Расчет электропроводности растворов электролитов при бесконечном разведении на основании значений предельных молярных электрических проводимостей ионов и из экспериментальных данных по электропроводности растворов различной концентрации. Подвижности (абсолютные скорости движения) и числа переноса ионов. Определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты диссоциации, растворимости труднорастворимых соединений на основании измерений электропроводности. Вычисление рН растворов слабых электролитов. Определение электропроводности растворов сильных и слабых электролитов при бесконечном разведении.

Условная запись электрода, гальванического элемента. Правильно разомкнутый гальванический элемент. Определение знаков электродов гальванического элемента и направления протекания электродного процесса. Запись уравнения реакции, протекающей в гальваническом элементе, определение ее направления. Уравнение Нернста для различных электродов и гальванического элемента. Расчет ЭДС химических и концентрационных гальванических элементов. Определение констант равновесия, термодинамических характеристик реакций, протекающих в гальваническом элементе. Расчет рН раствора, активностей и коэффициентов активности, произведения растворимости.

## **Формальная кинетика. Зависимость скорости реакции от температуры**

Основные понятия формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность и порядок. Основной постулат химической кинетики, константа скорости реакции. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений для необратимых реакций первого, второго, третьего и нулевого порядков. Определение порядка реакции, константы скорости и времени полупревращения на основе данных кинетических измерений. Расчет глубины протекания реакции к указанному моменту времени..

Сложные реакции. Составление кинетических уравнений, построение кинетических кривых обратимых, последовательных и параллельных реакций первого порядка. Расчет констант скоростей и текущих концентраций для обратимых, параллельных и последовательных реакций первого порядка. Метод стационарных концентраций, его практическое использование при составлении кинетических уравнений.

Влияние температуры на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса. Вычисление температурного коэффициента Вант-Гоффа. Расчет констант скорости и времени полупревращения при различных температурах. Вычисление энергии активации и предэкспоненциального множителя.

### Теории химической кинетики

Теория активных (бинарных) соударений. Подсчет общего числа столкновений реагирующих молекул в единицу времени в единице объема. Нахождение доли активных молекул. Расчет константы скорости, предэкспоненциального множителя (фактора соударений) и стерического множителя на основании уравнений теории. Схема Линдемана.

Теория переходного состояния. Связь энтальпии активации и энергии активации. Расчет константы скорости, предэкспоненциального множителя, энтальпии и энтропии активации. Смысл предэкспоненциального множителя и стерического фактора в рамках ТАС и ТПС.

### Кинетика реакций в растворах. Фотохимические и цепные реакции

Зависимость скорости реакции между ионами от природы растворителя и ионной силы раствора. Расчет константы скорости ионной реакции при изменении ионной силы раствора. Вычисление квантового выхода и количества прореагировавшего вещества для фотохимической реакции. Составление кинетических уравнений для неразветвленных цепных реакций. Связь эффективной константы скорости цепной реакции с константами скоростей отдельных стадий. Расчет длины цепи реакции. Разветвленные цепные реакции, определение констант кинетического уравнения цепной реакции  $v = A \exp(\phi\tau)$ .

### Каталитические реакции

Общие закономерности каталитических реакций. Снижение энергии активации – главная причина увеличения скорости каталитической реакции. Слитный и отдельный механизмы каталитического взаимодействия, составление кинетических уравнений. Энергетические диаграммы каталитических процессов. Расчет константы скорости и энергии активации каталитической реакции. Кислотно-основной катализ. Расчет эффективной и каталитических констант скоростей реакций кислотно-основного катализа.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

Оценка освоения дисциплины предусматривает использование рейтинговой системы. Нормативный рейтинг дисциплины за семестр составляет 100 баллов. По итогам семестра баллы рейтинга переводятся в пятибалльную систему по следующей шкале:

- 91-100 баллов – «отлично»;
- 76-90 балла – «хорошо»;
- 61-75 баллов – «удовлетворительно»;
- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно».

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблицах 8.1, 8.2.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
I текущая аттестация		
1.	Выполнение и защита лабораторных работ по темам «Строение молекул», «Термохимия», «Химическое равновесие»	0-4 0-6 0-5

3.	Тест «Строение молекул, химическая термодинамика, химическое равновесие»	0-10
4.	Аудиторная контрольная работа по теме «Строение молекул, химическая термодинамика, химическое равновесие»	0-5
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
1.	Выполнение и защита лабораторных работ «Фазовое равновесие», «Растворы», «Электрохимия»	0-4 0-6 0-5
3.	Тест «Фазовые равновесия, растворы, электрохимия»	0-10
4.	Аудиторная контрольная работа «Фазовые равновесия, растворы, электрохимия»	0-5
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
1.	Выполнение и защита лабораторных работ «Химическая кинетика, гомогенный катализ, гетерогенный катализ»	0-4 0-6 0-5
3.	Тест 3 «Химическая кинетика, гомогенный катализ, гетерогенный катализ»	0-15
4.	Аудиторная контрольная работа «Химическая кинетика, гомогенный катализ, гетерогенный катализ»	0-10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.3.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1.	Выполнение и защита контрольной работы	0-20
2.	Выполнение и отчет по лабораторным работам «Строение молекул», «Термохимия», «Фазовые равновесия», «Химическая кинетика»	0-5 0-6 0-5 0-5
3.	Итоговый тест	0-49
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ – <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Электронно-библиотечной система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина) – <http://elib.gubkin.ru/>
4. Электронная библиотека УГНТУ (Уфимский государственный нефтяной технический университет) – <http://bibl.rusoil.net>
5. Электронная библиотека УГТУ (Ухтинский государственный технический университет) – <http://lib.ugtu.net/books>
6. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – <http://www.elibrary.ru>
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com>

8. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
9. Электронно-библиотечная система «Book.ru» – <https://www.book.ru/>
10. Электронная библиотека ЮРАЙТ – <https://urait.ru/>
11. Система поддержки дистанционного обучения - <https://educon2.tyuiu.ru/>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- MS Office (Microsoft Office Professional Plus);
- MS Windows;
- Zoom.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Лекционные и практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект мультимедийного оборудования: ноутбук, интерактивная система SMART Technologies SMART Board SBX880i6, документ-камера; источник бесперебойного питания. Локальная и корпоративная сеть.
2	Оборудование: аквадистиллятор электрический ДЭ-10 мод.789; рефрактометр ИРФ -454 Б2М; весы AND GH-200; модуль «Универсальный контроллер»; модуль «Термостат»; модуль «Термический анализ»; модуль «Электрохимия»; прибор рН-метр – 150 М; спектрофотометр Юнико 1201; плитка «Jarkoff» 1 конфорка с закрытой спиралью, эмалированная 1,0 Квт.	Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория «Аналитическая и физическая химия»: персональный компьютер в комплекте. Локальная и корпоративная сеть.
3	-	Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: ноутбуки в комплекте.

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным работам.

Лабораторные работы представляют одну из форм освоения теоретического материала с одновременным формированием практических навыков. Процесс подготовки к лабораторным работам включает изучение обязательной и дополнительной литературы по теме работы. К выполнению лабораторных работ допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности для работы в лаборатории. Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен получить задание, тщательно изучить методику лабораторной работы, принцип работы установки, логику расчетов и после допуска преподавателя приступить к работе.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется

обучающимися по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка мультимедиа-сообщений/ докладов, выполнение творческого задания/эссе, подготовка реферата, тестирование и др. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина).

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа обучающегося заключается также в визуализации учебного материала на платформе Открытого образования ТИУ, MOOK (учебные ролики, выполнение тестовых заданий в качестве самоконтроля и контроля).

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации обучающихся в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающегося без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются аудиторские занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающегося являются: уровень освоения обучающимся учебного материала; умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Физическая химия

Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах	ОПК-1.1 Изучает, анализирует механизмы химических реакции, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Знать: зависимость свойств молекул от их строения, причины возникновения оптических свойств соединений (З1);	не знает зависимости свойств молекул от их строения, причин возникновения оптических свойств соединений	знает закономерности влияния строения молекул на их свойства, причины возникновения оптических свойств соединений, допуская негрубые ошибки	хорошо знает закономерности влияния строения молекул на их свойства, причины возникновения оптических свойств соединений	отлично знает закономерности влияния строения молекул на их свойства, причины возникновения оптических свойств соединений
		Уметь: уметь анализировать спектры соединений для определения их качественного состава и строения (У1);	не умеет читать спектры соединений, не имеет представления о способах их получения	умеет читать спектры соединений, знает о взаимосвязи спектра и строении анализируемой молекулы, допуская негрубые ошибки	умеет читать спектры соединений, определяет качественный состав и строение молекулы	умеет анализировать спектры соединений, идентифицировать органическое и неорганическое происхождение молекулы, прогнозирует свойства молекулы

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов		Владеть: методами спектrophотометрии, ИК-Фурье-спектрометрии для анализа свойств и состава соединений (В1);	не владеет оптическими методами анализа строения и свойств молекул	владеет методами спектrophотометрии для анализа состава соединений, состава смесей, обнаружения примесей, обнаружения отдельных атомов, допуская негрубые ошибки	уверенно владеет методами спектrophотометрии, ИК-Фурье-спектрометрии для идентификации соединений, анализа их строения и свойств	отлично владеет методами спектrophотометрии, ИК-Фурье-спектрометрии для идентификации соединений, анализа их строения и свойств
	ОПК-1.2 Использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Знать: этапы физико-химического эксперимента; методики обработки результатов; способы расчета погрешностей, форму представления результатов (З2);	не знает сути и порядка планирования физико-химического эксперимента	знает этапы физико-химического эксперимента, способы обработки результатов эксперимента	знает логику физико-химического эксперимента, способы обработки результатов эксперимента и их анализа	знает способы планирования физико-химического эксперимента, формулирует задачи и цели эксперимента, выбирает методику эксперимента
		Уметь: планировать и проводить физико-химические эксперименты, оценивать результаты и погрешности, обосновывать гипотезы о механизмах проведённых реакций и строения соединений (У2);	не умеет планировать физико-химические эксперименты, не знает механизмов реакций и способов их осуществления	умеет составлять простой план эксперимента, планирует результаты	планирует физико-химический эксперимент, формулирует гипотезу исследования и задачи эксперимента	обосновывает гипотезу исследования, формулирует цель и задачи эксперимента, планирует эксперимент, а также его результаты, анализирует полученные результаты, оценивает их погрешности

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: навыками применения знаний законов физической химии для понимания окружающих природных явлений и обоснования сущности технологических процессов (В2);	не владеет навыками применять знания законов физической химии, обосновывать природные явления и химические процессы	владеет навыками применения законов физической химии для объяснения химических, физических процессов и природных явлений, допуская негрубые ошибки	уверенно владеет навыками применения законов физической химии для объяснения химических, физических процессов и природных явлений	владеет навыками обоснования сущности природных явлений и закономерностей химической технологии на основе знаний законов физической химии
ПКС-2 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции	ПКС-2.1 Контролирует состояние лабораторного оборудования, обеспечивает достоверность, объективность и точность результатов испытаний	Знать: теоретические основы химии; основные законы в главных процессах химической переработки для понимания технологии производства (З3);	не знает основ химии, законов химической технологии	знает основные законы химии и физики, закономерности химических процессов	знает теоретические основы физической химии, законы химической технологии	знает и объясняет законы химической технологии, опираясь на знание законов физической химии
		Уметь: выявлять закономерности химической технологии на основе понимания законов физики, общей, органической и физической химии (У3);	не умеет выявлять закономерности химической технологии, находить взаимосвязь технологии и законов физики и химии	умеет, опираясь на знание законов физики и химии, выявлять закономерности химической технологии	и выявляет закономерности химической технологии, опираясь на понимание основных естественнонаучных законов	умеет выявлять и объяснять закономерности химической технологии, умеет прогнозировать состояние технологического процесса и его результаты
		Владеть: методами анализа результатов исследования химических систем для предсказания условий производственных технологических процессов (В3);	не владеет методами теоретического и экспериментального исследования состояния химических систем	владеет методами теоретического и экспериментального исследования состояния химических систем	владеет методами анализа результатов исследования химических систем для предсказания условий производственных технологических процессов	свободно владеет методами анализа результатов исследования химических систем и определяет условия протекания производственных технологических процессов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	ПКС-2.2 Анализирует результаты аналитического контроля качества нефти, причины отклонения качества продукции	Знать: термодинамические основы химических процессов, химизм и механизмы реакций основных органических соединений, и их общие кинетические закономерности (З4);	не знает основ химических процессов, законов термодинамики, механизмов реакций	знает термодинамические основы химических процессов, их кинетические закономерности, механизмы простых реакций	знает и применяет законы термодинамики и кинетики химических реакций для объяснения механизмов простых реакций	знает химизм и механизм реакций основных органических соединений, знает факторы, влияющие на кинетику и термодинамику реакций
		Уметь: анализировать результаты аналитического контроля качества нефти, причины отклонения качества продукции (У4);	не умеет анализировать результаты аналитического контроля качества нефти, причины отклонения качества продукции	умеет анализировать результаты аналитического контроля качества нефти, причины отклонения качества продукции	умеет анализировать результаты аналитического контроля качества нефти, причины отклонения качества продукции	умеет анализировать результаты аналитического контроля качества нефти, причины отклонения качества продукции
		Владеть: умением выбирать и реализовывать модель экспериментального исследования на основе знаний законов естественных наук (В4);	не владеет умением выбирать модель экспериментального исследования	владеет умением выбирать модель экспериментального исследования на основе знаний законов физической химии	владеет умением выбирать и реализовывать модель эксперимента, обосновывать свой выбор	владеет умением выбирать и реализовывать модель эксперимента, оценивать эффективность модели
	ПКС-2.3 Принимает решения по изменению технологического режима объектов,	Знать: технологические параметры промышленных процессов (З5);	не знает технологические параметры промышленных процессов	знает технологические параметры промышленных процессов	хорошо знает технологические параметры промышленных процессов	отлично знает технологические параметры промышленных процессов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
	воздействию на технологический процесс	Уметь: использовать количественные закономерности химических реакций для оптимальной промышленной реализации химических процессов органического синтеза (У4);	не умеет использовать количественные закономерности химических реакций	умеет использовать количественные закономерности химических реакций для планирования технологического процесса	умеет использовать количественные закономерности химических реакций для оптимизации режима технологического процесса	умеет использовать количественные закономерности химических реакций для анализа результатов технологического процесса
		Владеть: методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (В5)	не владеет методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	владеет методами моделирования химического процесса, методами теоретического исследования законов технологического процесса	владеет методами моделирования химического процесса, методами анализа данных технологического процесса	владеет методами моделирования химического процесса, методами анализа состояния технологического процесса для принятия решений по изменению его состояния

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: Физическая химия

Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Афанасьев, Б. Н. Физическая химия : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1402-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168461">https://e.lanbook.com/book/168461</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+
2	Попова, А. А. Физическая химия : учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168801">https://e.lanbook.com/book/168801</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+
3	Свиридов, В. В. Физическая химия : учебное пособие / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-2262-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168989">https://e.lanbook.com/book/168989</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+
	Физическая химия. Теория и задачи: учебное пособие / Ю.П. Акулова, С.Г. Изотова, О.В. Проскурина, И.А. Черепкова. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3057-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/110903">https://e.lanbook.com/book/110903</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР	30	100	+

Заведующий кафедрой  С.А. Татьяненко

«30» августа 2021 г.

Начальник ОИО  Л.Б. Половникова

«30» августа 2021 г.

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины  
Физическая химия  
на 2022-2023 учебный год**

Дополнения и изменения не вносятся (дисциплина в 2022-2023 уч. году не изучается).

Дополнения и изменения внес:  
Канд. биол. наук



\_\_\_\_\_ Ю.К. Смирнова

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



С. А. Татьянаенко

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_



С. А. Татьянаенко

«29» августа 2022 г.

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины  
Физическая химия  
на 2023-2024 учебный год**

С учётом развития науки, практики, технологий и социальной сферы, а также результатов мониторинга потребностей работодателей, в рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

№	Вид дополнений/изменений	Содержание дополнений/изменений, вносимых в рабочую программу
1	Актуализация перечня современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	Дополнения (изменения) внесены в п. 9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.
2	Актуализация списка используемых источников	Дополнения (изменения) внесены в карту обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой (Приложение 2).

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ – <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Электронно-библиотечной система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина) – <http://elib.gubkin.ru/>
4. Электронная библиотека УГНТУ (Уфимский государственный нефтяной технический университет) – <http://bibl.rusoil.net>
5. Электронная библиотека УГТУ (Ухтинский государственный технический университет) – <http://lib.ugtu.net/books>
6. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – <http://www.elibrary.ru>
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com>
8. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
9. Электронная библиотека ЮРАЙТ – <https://urait.ru/>
10. Система поддержки дистанционного обучения – <https://educon2.tyuiu.ru/>

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: Физическая химия

Код, направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Свиридов, В. В. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/187778">https://e.lanbook.com/book/187778</a>	ЭР	13	100	+
2	Попова, А. А. Физическая химия : учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211988">https://e.lanbook.com/book/211988</a>	ЭР	13	100	+
3	Борисов, И. М. Введение в физическую химию / И. М. Борисов. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 216 с. — ISBN 978-5-507-46841-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/351932">https://e.lanbook.com/book/351932</a>	ЭР	13	100	+

Дополнения и изменения внес:

Канд. хим. наук, доцент



Н.И. Лосева

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой



С. А. Татьяненко

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой



С. А. Татьяненко

«31» августа 2023 г.

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины  
«Физическая химия»  
на 2024-2025 учебный год**

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины не вносятся.

Дополнения и изменения внес:

Канд. хим. наук, доцент

  
\_\_\_\_\_

Н.И. Лосева

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



С. А. Татьяненко

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_



С. А. Татьяненко

«4» апреля 2024 г.