

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного  
Образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Р.Ф. Хамидуллин  
«19» мая 2022 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Физическая химия  
Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль/специализация Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов  
Квалификация выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения очная/заочная  
Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Кафедра-разработчик рабочей программы ХТОМ  
Курс, семестр очная форма 2 курс, 3, 4 семестры  
Курс, семестр заочная форма 3 курс, 5, 6 семестры

	Часы (очная форма обучения)	Зачетные единицы	Часы (заочная форма обучения)	Зачетные единицы
Лекции	36	1	12	0,33
Лабораторные занятия	72	2	18	0,5
Практические занятия	36	1	10	0,28
Контроль самостоятельной работы	36	1	8	0,22
Самостоятельная работа	180	5	335	9,31
Форма аттестации	Экзамен, зачет с оценкой	1	Экзамен, зачет с оценкой	0,36
Всего	396	11	396	11

Бугульма, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 922 от 07.08.2020 г. по направлению 18.03.01 «Химическая технология» на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

ст. преподаватель кафедры ХТОМ

  
(подпись)

Залитова М.В.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТОМ, протокол от 18.05.2022 г. № 9

Зав. кафедрой ХТОМ, профессор

  
(подпись)

Хамидуллин Р.Ф.  
(Ф.И.О.)

**УТВЕРЖДЕНО**

Начальник УМО, доцент

  
(подпись)

Ахмедзянова Ф. К.  
(Ф.И.О.)



## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Физическая химия» являются:

- а) формирование у студентов целостного представления о процессах и явлениях в живой и неживой природе;
- б) овладение основами физической химии для использования в профессиональной и познавательной деятельности;
- в) изучение и объяснение закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние среды, а также условия получения максимального выхода продукта и получения новых материалов с необходимыми свойствами;
- г) овладение теоретическими и экспериментальными физико-химическими методами (термодинамическим, статистическим, кинетическим, физико-химическим анализом) для решения практических задач профессиональной направленности.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Физическая химия» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) *Общая и неорганическая химия;*
- б) *Органическая химия.*

Дисциплина «Физическая химия» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *Коллоидная химия.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физическая химия», могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

*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 элементов, соединений, веществ и материалов*

*ОПК-1.1 Знает теоретические основы химии, принципы строения вещества, основы классификации соединений, способы получения и химические свойства соединений, основные механизмы протекания химических реакций, основные законы и соотношения физической химии, основные законы термодинамики поверхностных явлений, свойства дисперсных систем, методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем*

*ОПК-1.2 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения в химических реакциях для решения профессиональных задач, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие, составлять кинетические уравнения, классифицировать электроды и электрохимические цепи, проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем*



*ОПК-1.3 Владеет навыками описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения, экспериментальными навыками определения физических и химических свойств соединений, установления структуры соединений, навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики*

*ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности*

*ОПК-2.1 Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, технические и программные средства реализации информационных технологий, физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, основы химии, принципы строения вещества, основы классификации соединений, основные механизмы протекания химических реакций, основные законы термодинамики.*

*ОПК-2.2 Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования, использовать физические законы, химические законы, термодинамические справочные данные, результаты физико-химического эксперимента.*

*ОПК-2.3 Владеет навыками использования математического аппарата, навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей, проведения дисперсного анализа и синтеза, экспериментальными навыками определения физических и химических свойств соединений, установления структуры соединений, навыками решения типовых задач в области химической термодинамики.*

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- а) основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, методы описания химических равновесий в растворах электролитов;
- б) начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;
- в) термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;
- г) уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа;
- д) о новейших открытиях и достижениях в области физической химии и перспективах их использования в химической технологии;

**Уметь:**

- а) использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так

же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности;

б) обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию.

**Владеть:**

а) навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;

б) навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре;

в) навыками расчета давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;

г) методами определения констант скоростей реакций, различных порядков по результатам кинетического эксперимента.

**4. Структура и содержание дисциплины «Физическая химия»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет для очной формы обучения 11 зачетных единиц, 396 часов; для заочной формы обучения 11 зачетных единиц, 396 часов.

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1.	Химическая термодинамика.	3	6	6	12	6	22,5	Лабораторная работа, контрольная работа
2.	Термодинамические потенциалы.	3	4,5	4,5	9	4,5	22,5	Лабораторная работа, тест
3.	Химическое равновесие.	3	4,5	4,5	9	4,5	22,5	Лабораторная работа, семинар.
4.	Растворы.	3	4,5	4,5	9	4,5	22,5	Лабораторная работа, тест
5.	Электрохимия.	4	6	6	12	6	30	Лабораторная работа, проверочные работы
6.	Химическая кинетика.	4	6	6	12	6	30	Лабораторная работа, проверочные работы
7.	Катализ.	4	4,5	4,5	9	4,5	30	Лабораторная работа, тест
	<b>Итого</b>		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>180</b>	
Форма аттестации					<b>Экзамен, зачет с оценкой (36 ч.)</b>			



Таблица 16

## Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1.	Химическая термодинамика.	5	2	1	2	1	51	Лабораторная работа, контрольная работа
2.	Термодинамические потенциалы.	5	2	1	3	1	51	Лабораторная работа, контрольная работа
3.	Химическое равновесие.	5	2	2	3	2	52	Лабораторная работа, семинар.
4.	Растворы.	6	1,5	1,5	2,5	1	45	Лабораторная работа, контрольная работа
5.	Электрохимия.	6	1,5	1,5	2,5	1	45	Лабораторная работа, контрольная работа
6.	Химическая кинетика.	6	1,5	1,5	2,5	1	45	Лабораторная работа, контрольная работа
7.	Катализ.	6	1,5	1,5	2,5	1	46	Лабораторная работа, контрольная работа
	Итого		12	10	18	8	335	
Форма аттестации					Экзамен, зачет с оценкой (13 ч.)			

## 5. Содержание лекционных занятий (таблица 2 а – очная форма, таблица 2 б – заочная форма)

Таблица 2 а

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	6	Введение в физическую химию. Химическая термодинамика.	Предмет и содержание курса физической химии. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Теплоты процессов при постоянном объеме и давлении. Энтальпия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Теплоты образования и сгорания. Стандартные теплоты. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнения Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Энтропия.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	4,5	Свободная энергия Гиббса. Свободная энергия Гельмгольца.	Свободная энергия Гиббса. Свободная энергия Гельмгольца. Основное	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

				неравенство и основное уравнение термодинамики. Понятие о термодинамических потенциалах. Эффект Джоуля-Гомпсона. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Введение в термодинамику необратимых процессов.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	4,5	Химическое равновесие. Фазовое равновесие.	Принцип Ле-Шателье. Влияние факторов на химическое равновесие. Условия термодинамического равновесия между фазами. Понятие фаза, число компонентов, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	4,5	Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Растворы неэлектролитов.	Образование растворов, классификация растворов, способы выражения концентрации растворов. Термодинамика растворения, растворимость. Диссоциация электролитов. Произведение растворимости. Свойства неэлектролитов в растворе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	6	Реакции в растворах электролитов. Процессы гидролиза и электролиза. Гальванические элементы	Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Основные положения теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Активность, коэффициент активности. Зависимость коэффициента активности от ионной силы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	6	Скорость химической реакции. Влияние факторов на скорость реакции. Порядок реакции, молекулярность реакции.	Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение. Порядок реакции. Реакция нулевого, первого, второго и третьего порядка. Методы определения порядка реакции. Молекулярность элементарного акта. Причины несовпадения молекулярности и порядка реакции	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3



7.	Катализ.	4,5	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	Стадии гомогенного и гетерогенного катализа. Влияние катализатора на энергию активации.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
----	----------	-----	--	---	--

Таблица 2 б

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	2	Введение в физическую химию. Химическая термодинамика.	Предмет и содержание курса физической химии. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Теплоты процессов при постоянном объеме и давлении. Энтальпия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Теплоты образования и сгорания. Стандартные теплоты. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнения Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Энтропия.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	2	Свободная энергия Гиббса. Свободная энергия Гельмгольца.	Свободная энергия Гиббса. Свободная энергия Гельмгольца. Основное неравенство и основное уравнение термодинамики. Понятие о термодинамических потенциалах. Эффект Джоуля-Томпсона. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Введение в термодинамику необратимых процессов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	2	Химическое равновесие. Фазовое равновесие.	Принцип Ле-Шателье. Влияние факторов на химическое равновесие. Условия термодинамического равновесия между фазами. Понятие фаза, число компонентов, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	1,5	Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Растворы неэлектролитов.	Образование растворов, классификация растворов, способы выражения концентрации растворов. Термодинамика растворения,	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3



				растворимость. Диссоциация электролитов. Произведение растворимости. Свойства неэлектролитов в растворе	
5.	Электрохимия.	1,5	Реакции в растворах электролитов. Процессы гидролиза и электролиза. Гальванические элементы	Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Основные положения теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Активность, коэффициент активности. Зависимость коэффициента активности от ионной силы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	1,5	Скорость химической реакции. Влияние факторов на скорость реакции Порядок реакции, молекулярность реакции.	Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение. Порядок реакции. Реакция нулевого, первого, второго и третьего порядка. Методы определения порядка реакции. Молекулярность элементарного акта. Причины несоответствия молекулярности и порядка реакции	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	1,5	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	Стадии гомогенного и гетерогенного катализа. Влияние катализатора на энергию активации.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

**6. Содержание практических занятий (таблица 3 а- очная форма, таблица 3 б- заочная форма)**

Таблица 3 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	4,5	Значение физической химии для технологии химических производств. Статистическое истолкование понятия энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Применение второго начала термодинамики к изобарно- (изохорно-) изотермическим процессам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	4,5	Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Определение направления процесса и условий равновесия. Третье начало термодинамики (постулат	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1

			Планка). Вычисление абсолютной энтропии.	ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	4,5	Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса, вывод и интегрирование. Двухкомпонентные системы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	4,5	Коллигативные свойства растворов: Криоскопия и эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод. Биологическое значение осмотического давления. Метод активностей.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	6	Электропроводимость растворов. Удельная и эквивалентная электропроводимость, их зависимость от концентрации. Закон независимого движения ионов. Подвижность ионов. Практическое применение метода электропроводности. Осмотическое давление растворов электролитов. Электродные процессы. Гальванические элементы. Возникновение потенциала на границе раздела фаз. Строение двойногоэлектрического слоя. Уравнение Нернста для электродного потенциала. Гальванический элемент. Уравнение Нернста для электродвижущей силы (ЭДС) элемента Якоби. Электроды 1-го, 2-го рода, редокс-электроды. Стандартный потенциал. Типы гальванических элементов: химические и концентрационные. Практическое использование метода потенциометрии	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	6	Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Экспериментальное определение энергии активации. Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Сопряженные реакции. Цепные реакции: неразветвленные и разветвленные. Стадии цепных реакций. Роль радикалов. Фотохимические реакции. Закон эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Химическое воздействие излучений высоких энергий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	6	Изменение энергии при гомогенном и гетерогенном катализе. Отрицательный катализ и автокатализ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Таблица 3 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	1	Значение физической химии для технологии химических производств. Статистическое истолкование понятия энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1



			Применение второго начала термодинамики к изобарно- (изохорно-) изотермическим процессам.	ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	1	Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Определение направления процесса и условий равновесия. Третье начало термодинамики (постулат Планка). Вычисление абсолютной энтропии.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	2	Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса, вывод и интегрирование. Двухкомпонентные системы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	1,5	Коллигативные свойства растворов: Криоскопия и эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод. Биологическое значение осмотического давления. Метод активностей.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	1,5	Электропроводимость растворов. Удельная и эквивалентная электропроводимость, их зависимость от концентрации. Закон независимого движения ионов. Подвижность ионов. Практическое применение метода электропроводности. Осмотическое давление растворов электролитов. Электродные процессы. Гальванические элементы. Возникновение потенциала на границе раздела фаз. Строение двойного электрического слоя. Уравнение Нернста для электродного потенциала. Гальванический элемент. Уравнение Нернста для электродвижущей силы (ЭДС) элемента Якоби. Электроды 1-го, 2-го рода, редокс-электроды. Стандартный потенциал. Типы гальванических элементов: химические и концентрационные. Практическое использование метода потенциометрии	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	1,5	Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Экспериментальное определение энергии активации. Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Сопряженные реакции. Цепные реакции: неразветвленные и разветвленные. Стадии цепных реакций. Роль радикалов. Фотохимические реакции. Закон эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Химическое воздействие излучений высоких энергий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	1,5	Изменение энергии при гомогенном и гетерогенном катализе. Отрицательный катализ и автокатализ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

7. Содержание лабораторных занятий (таблица 4 а – очная форма, таблица 4 б – заочная форма)

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории.

Выполнение лабораторных работ проводится с целью систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по учебной дисциплине; углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой; формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов; формированию компетенций.

Таблица 4 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	9	Инструктаж. Изучение правил работы в химическом лаборатории. <i>Рефракция молекул.</i> Молярная рефракция; диэлектрический нагрев.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	9	Константы равновесия и способы их выражения. Константы равновесия гетерогенных реакций. Уравнение изотермы химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	9	Диаграмма давление-состав. Фазовая диаграмма кипения. Первый закон Коновалова. Перегонка и ректификация. Азеотропные смеси. Второй закон Коновалова. Термический анализ. Диаграммы плавкости (сплавы) и кривые охлаждения. Виды диаграмм плавкости	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	9	Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на растворимость. Несмешивающиеся жидкости. Перегонка водяным паром. Распределение третьего компонента между двумя растворителями. Растворы газов в жидкости.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	12	Изучение электропроводности растворов слабых электролитов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	12	Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Экспериментальное определение энергии активации. Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Сопряженные реакции. <i>Изучение скорости разложения мурексида в кислой среде</i>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	12	Влияние катализатора на энергию активации. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Биологический катализ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3



Таблица 4 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	2	Инструктаж. Изучение правил работы в химическом лаборатории. <i>Рефракция молекул.</i> Молярная рефракция; диэлектрический нагрев.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	3	Константы равновесия гетерогенных реакций. Зависимость константы равновесия от температуры.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	3	Перегонка и ректификация. Азеотропные смеси.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	2,5	Влияние температуры на растворимость. Несмешивающиеся жидкости. Перегонка водяным паром.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	2,5	Изучение электропроводности растворов слабых электролитов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	2,5	<i>Изучение скорости разложения мурексида в кислой среде</i>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	2,5	Влияние катализатора на энергию активации.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

## 8. Самостоятельная работа (таблица 5 а – очная форма, таблица 5 б – заочная форма)

Таблица 5 а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	22,5	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и проверочным работам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

2.	Термодинамические потенциалы.	22,5	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и проверочным работам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	22,5	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и проверочным работам..	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	22,5	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и проверочным работам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	30	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и проверочным работам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	30	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и проверочным работам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	30	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и проверочным работам.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Таблица 5 б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	51	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и решение заданий контрольной работы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	51	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и решение заданий контрольной работы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	52	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и решение заданий контрольной работы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	45	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к	ОПК-1.1 ОПК-1.2



			семинарским занятиям и решение заданий контрольной работы.	ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	45	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и решение заданий контрольной работы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	45	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и решение заданий контрольной работы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	46	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, подготовка к семинарским занятиям и решение заданий контрольной работы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

**8.1 Контроль самостоятельной работы (таблица 6 а – очная форма, таблица 6 б – заочная форма)**

Таблица 6 а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	4,5	Прием лабораторных работ. Проверка самостоятельных работ в начале лекции. Проверка заданий практических работ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	4,5	Прием лабораторных работ. Проверка самостоятельных работ в начале лекции. Проверка заданий практических работ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	4,5	Прием лабораторных работ. Проверка самостоятельных работ в начале лекции. Проверка заданий практических работ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	4,5	Прием лабораторных работ. Проверка самостоятельных работ в начале лекции. Проверка заданий практических работ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	6	Прием лабораторных работ. Проверка самостоятельных работ в начале лекции. Проверка заданий практических работ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	6	Прием лабораторных работ. Проверка самостоятельных работ в начале	ОПК-1.1 ОПК-1.2

			лекции. Проверка заданий практических работ.	ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	6	Прием лабораторных работ. Проверка самостоятельных работ в начале лекции. Проверка заданий практических работ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

Таблица 6 б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1.	Химическая термодинамика.	1	Прием лабораторных работ, проверка контрольной работы, оценка работ практических и семинарских занятий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Термодинамические потенциалы.	1	Прием лабораторных работ, проверка контрольной работы, оценка работ практических и семинарских занятий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Химическое равновесие.	2	Прием лабораторных работ, проверка контрольной работы, оценка работ практических и семинарских занятий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Растворы.	1	Прием лабораторных работ, проверка контрольной работы, оценка работ практических и семинарских занятий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Электрохимия.	1	Прием лабораторных работ, проверка контрольной работы, оценка работ практических и семинарских занятий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Химическая кинетика.	1	Прием лабораторных работ, проверка контрольной работы, оценка работ практических и семинарских занятий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Катализ.	1	Прием лабораторных работ, проверка контрольной работы, оценка работ практических и семинарских занятий.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Физическая химия» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании



текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

При изучении указанной дисциплины предусматривается выполнение лабораторных работ и рефератов. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу). В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов (таблица 7).

Таблица 7

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	7	12	18
Тест	1	12	20
Реферат	1	12	22
Зачет с оценкой			
Экзамен		24	40
Итого		60	100

### 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

### 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

#### 11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Физическая химия» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
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> (дата обращения: 17.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС «Лань» URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168461">https://e.lanbook.com/book/168461</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскурина, И. А. Черепкова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-6952-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/153700">https://e.lanbook.com/book/153700</a> (дата обращения: 17.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС «Лань» URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/153700">https://e.lanbook.com/book/153700</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

#### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Зарубин, Д. П. Физическая химия : учебное пособие / Д. П. Зарубин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 474 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/20894. - ISBN 978-5-16-010067-8. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1852239">https://znanium.com/catalog/product/1852239</a>	ЭБС «Знаниум» URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1852239">https://znanium.com/catalog/product/1852239</a> Доступ из любой точки Интернет



### **11.3 Электронные источники информации**

При изучении дисциплины «Физическая химия» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru> по номеру читательского билета

ЭБС «Лань» – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books/>

ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» – Режим доступа: <https://biblioclub.ru>

ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <https://urait.ru/>

### **Согласовано:**

Библиотекарь



А.В. Хуснутдинова

### **11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

1. Виртуальная среда обучения КНИТУ - [https://moodle.kstu.ru/?id\\_e=68073](https://moodle.kstu.ru/?id_e=68073). Доступ по логину-паролю регистрации в КНИТУ.

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (раздел Инфокоммуникационные системы и сети и информационные технологии) [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6). Доступ свободный.

3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://minobrnauki.gov.ru/>. Доступ свободный.

4. Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила - <http://www.consultant.ru>

5. Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com).

### **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Учебные столы, стулья;

2. Учебная доска;

3. Компьютерные столы, стулья.

техническими средствами обучения:

1. Персональные компьютеры;

2. Мультимедийное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональный компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Физическая химия»:

1. MOODLE – Виртуальная среда обучения КНИТУ;

2. MS Teams: <https://products.office.com/ru-ru/microsoft-teams/download-app>;

3. Управленческое ПО «Ваш финансовый аналитик 2: Сетевой»;



4. Управленческое ПО, 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях;
  5. MS Office 2007 Russian (от 16.10.2008г. лицензия № 44684779);
  6. MS Office 2007 Professional Russian (от 16.10.2008г. лицензия № 44684779).
- MS Win Home 10 64 Bin Russian (от 15.02. 2018);
7. MS Office Home and Student 2016 Bin Russian (от 15.02. 2018).

### ***13. Образовательные технологии***

Количество занятий (30), проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры);
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- эвристическая беседа;
- разработка проекта (метод проектов);
- системы дистанционного обучения.

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Физическая химия»

*(наименование дисциплины)*

по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

*(шифр) (название)*

для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

для набора обучающихся 2022 года

пересмотрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

*(наименование кафедры)*

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО