

Министерство образования и науки 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  
Г.М. Рахимова  
2019 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.12 «Физическая химия»

Направление подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология»

(шифр)

(наименование)

Профиль (специализация) подготовки Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения заочная

Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО КНИТУ

Кафедра-разработчик рабочей программы ХТОМ

Курс, семестр 3 курс, 6, 7 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	8	0,22
Лабораторные занятия	8	0,22
Практические занятия	8	0,22
Самостоятельная работа	215	5,98
Форма аттестации	Зачет, экзамен	
Всего	252	7

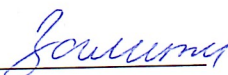
Бугульма, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 г. по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

Ст. преподаватель

(должность)



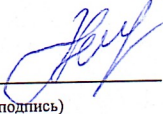
(подпись)

Залитова М. В.

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТОМ, протокол от 27 мая 2019 г. № 10

Зав. кафедрой



(подпись)

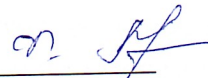
Хасаншина Э. М.

(Ф.И.О)

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы от 27.05. 2019 г. № 10

Председатель комиссии, доцент



(подпись)

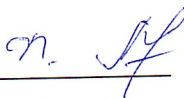
Ф.К. Ахмедзянова

(Ф.И.О)

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы от 28.05. 2019 г. № 10

Председатель комиссии, доцент



(подпись)

Ф.К. Ахмедзянова

(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 образовательной программы**

Дисциплина «Физическая химия» относится к *базовой* части гуманитарного, социального и экономического цикла образовательной программы и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний, умений, навыков и компетенций.

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

- а) *Физика*
- б) *Общая и неорганическая химия*
- в) *Органическая химия*
- г) *Аналитическая химия и физико-химические методы анализа*
- д) *Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов*
- е) *Дополнительные главы органической химии*
- ё) *Дополнительные главы физики*

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

- а) *Физико-химические методы анализа*
- б) *Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов*
- в) *Материаловедение и защита от коррозии*
- г) *Химия нефти*

- д) Сырьевые ресурсы химической технологии
- е) Реакционная способность химических соединений
- ё) Экспериментальная Физическая химия

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физическая химия» могут быть использованы при прохождении учебной практики (практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности), выполнении и защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

**ОПК-1** способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

**ОПК-2** готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;

**ОПК-3** готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире;

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**1) 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;

**2) 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.

### 3) 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 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Введение в физическую химию.	6,7	1	1	1	30	<i>Лабораторная работа, реферат</i>
2	Элементы учения о строении вещества	6,7	1	1	1	30	<i>Лабораторная работа, тест</i>
3	Химическая термодинамика	6,7	1	1	1	30	<i>Лабораторная работа, реферат</i>
4	Фазовое равновесие	6,7	1	1	1	30	<i>Лабораторная работа, тест</i>
5	Химическая кинетика	6,7	1	1	1	30	<i>Лабораторная работа, реферат</i>
6	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	6,7	1	1	1	30	<i>Лабораторная работа, реферат</i>
7	Электрохимия.	6,7	2	2	2	35	<i>Лабораторная работа, тест</i>
Форма аттестации						Зачет, экзамен	

### 5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение в физическую химию.	1	Введение в физическую химию.	Предмет и содержание курса физической химии.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

2	Элементы учения о строении вещества	1	Элементы учения о строении вещества	Элементы учения о строении вещества: строение молекул; поляризация молекул в постоянном и переменном электрическом поле,	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
3	Химическая термодинамика	1	Химическая термодинамика	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, ОПК-2, ОПК-3
4	Фазовое равновесие	1	Фазовое равновесие	Условия термодинамического равновесия между фазами. Понятие фазы, число компонентов, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
5	Химическая кинетика	1	Химическая кинетика	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, ОПК-2, ОПК-3
6	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	1	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	Стадии гомогенного и гетерогенного катализа. Влияние катализатора на энергию активации.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
7	Электрохимия.	2	Электрохимия.	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, ОПК-2, ОПК-3

### 6. Содержание семинарских, практических занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение в физическую химию.	1	Введение в физическую химию.	Значение физической химии для технологии химических производств.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
2	Элементы учения о строении вещества	1	Элементы учения о строении вещества	Уравнения Клаузиуса - Моссоти, Лоренц - Лорентца и Дебая; дипольный момент и его экспериментальное	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

				определение; молярная рефракция; диэлектрический нагрев.	
3	Химическая термодинамика	1	Химическая термодинамика	Статистическое истолкование понятия энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Применение второго начала термодинамики к изобарно-(изохорно-) изотермическим процессам. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Определение направления процесса и условий равновесия. Третье начало термодинамики (постулат Планка). Вычисление абсолютной энтропии.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
4	Фазовое равновесие	1	Фазовое равновесие	Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса, вывод и интегрирование. Двухкомпонентные системы.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
5	Химическая кинетика	1	Химическая кинетика	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, ОПК-2, ОПК-3
6	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	1	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	Изменение энергии при гомогенном и гетерогенном катализе. Отрицательный катализ и автокатализ.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
7	Электрохимия.	2	Электрохимия.	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.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

				<p>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</p>	
--	--	--	--	--	--

### 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение в физическую химию.	1	<i>Лабораторная работа №1 Введение</i>	Инструктаж. Изучение правил работы в химическом лаборатории.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
2	Элементы учения о строении вещества	1	<i>Лабораторная работа №2 Рефракция молекул.</i>	Молярная рефракция; диэлектрический нагрев.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
3	Химическая термодинамика	1	<i>Лабораторная работа №3 Определение константы равновесия при различных температурах.</i>	Константы равновесия и способы их выражения. Константы равновесия гетерогенных реакций. Уравнение изотермы химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
4	Фазовое равновесие	1	<i>Лабораторная работа №4 Бинарные растворы. Изучение равновесия «жидкость – пар».</i>	Диаграмма давление-состав. Фазовая диаграмма кипения. Первый закон Коновалова. Перегонка и ректификация. Азеотропные смеси. Второй закон Коновалова. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на растворимость. Несмешивающиеся жидкости. Перегонка водяным паром. Распределение третьего компонента между двумя растворителями. Растворы газов в жидкости. Термический анализ. Диаграммы плавкости (сплавы) и кривые охлаждения. Виды диаграмм плавкости	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3



5	Химическая кинетика	1	<i>Лабораторная работа № 5 Изучение скорости разложения мурексида в кислой среде</i>	Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Экспериментальное определение энергии активации. Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Сопряженные реакции	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
6	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ	1	<i>Лабораторная работа № 6 Катализ.</i>	Влияние катализатора на энергию активации.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
7	Электрохимия.	2	<i>Лабораторная работа №7 Изучение электропроводности растворов слабых электролитов.</i>	Изучение электропроводности растворов слабых электролитов.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основы учения о строении вещества.	30	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, написание реферата.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
2	Химическое равновесие: Применение закона действующих масс к гетерогенным системам. Смещение равновесия, принцип Ле-Шателье–Брауна.	30	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, написание реферата.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
3	Коллигативные свойства растворов: Криоскопия и эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод. Биологическое значение осмотического давления. Метод активностей.	30	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, написание реферата.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
4	Химическая кинетика: Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Понятие о цепных и фотохимических реакциях. Катализ: Основные понятия катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы. Особенности ферментативного катализа.	30	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, написание реферата.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
5	Изменение энергии при гомогенном и гетерогенном катализе. Отрицательный катализ и автокатализ.	30	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, написание реферата.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
6	Электродные процессы: Гальванический элемент. Электрохимические цепи, правила их записи. Обратимые электрохимические цепи.	30	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, написание реферата.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3
7	Электродвижущая сила гальванического элемента (ЭДС). Формула Нернста для ЭДС и электродных потенциалов. Стандартные электродные потенциалы	35	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, написание реферата.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

некоторых электродов в водных растворах. Электроды сравнения.			
---	--	--	--

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При изучении дисциплины предусматривается зачет, экзамен, выполнение контрольной работы, выполнение лабораторных работ, тест, реферат. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<b>3 семестр</b>			
<i>Тест</i>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>35</b>
<i>Лабораторная работа</i>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
<i>Экзамен</i>		<b>24</b>	<b>40</b>
<i>Итого</i>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>4 семестр</b>			
<i>Контрольная работа</i>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
<i>Реферат</i>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
<i>Лабораторная работа</i>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
<i>Зачет</i>			
<i>Итого</i>		<b>60</b>	<b>100</b>

### 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

#### 10.1 Основная литература

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

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. - Москва: Юрайт, 2015.- 473 с.	ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2.Макаров А. Г., Сагида М. О., Раздобреев Д. А. Теоретические и практические основы физической химии: учебное пособие /Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015. - 172 с. Университетская библиотека онлайн	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=364840">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=364840</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
3.Физическая химия: учебное пособие / В.И. Грызунов, И.Р. Кузеев, Е.В. Пояркова и др. - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, 2014. - 250 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=461081">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=461081</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

#### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Винокуров, А.И. Физическая химия: лабораторный практикум / А.И. Винокуров, Р.И. Винокурова, О.В. Силкина ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 80 с.	ЭБС «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=459522">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=459522</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Физическая химия» использование электронных источников информации:

1. ЭБС «Университетская библиотека online» - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

#### Согласовано:

Библиотекарь

А.Г. Латыпова

### 11. Оценочные средства для определения результатов 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.

### 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов; демонстрационные приборы.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К. 106)

- мультимедийный проектор;
- ноутбук;
- настенный экран;
- акустические колонки;
- учебные столы, стулья;
- доска;
- стол преподавателя.

Помещение для самостоятельной работы обучающегося (К, 102)

- персональный компьютер (1);
- учебные столы, стулья.

Системная лаборатория ФХМА (К, 105)

- персональный компьютер (1);

- учебные столы, стулья;  
вытяжной шкаф, аквадистиллятор, кондуктометр, барометр, экстрактор, водяная баня, перемешивающее устройство, машина просеивающая аналитическая AS-200, мельница шаровая BML-2, установка фильтрации воды УФМ-1-3 (с насосом), гальванические элементы, прибор для электролиза, вискозиметры, ареометры, сушильный шкаф, муфельная печь, колбонагреватели, электронные весы, оборудование для перегонки органических веществ; водяные бани, термостаты, вакуумный насос, аппарат для определения температуры вспышки в закрытом тигле, набор лабораторной посуды.

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

1. Лекции. Наряду с традиционными видами лекционных занятий, также используются лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: презентации по дисциплине, мультимедиа, рисунки, фото, схемы и таблицы); лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»).

2. Лабораторные занятия.

3. Практические занятия (реферат).

4. При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям).

### Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Физическая химия»  
(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры Химическая технология органических материалов  
(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ___ от __. __. 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО
		нет	Нет/есть*			