

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ИнБиоХим  
Лазуткина

Ю.С.

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.20 «Физическая химия»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Направленность (профиль, специализация): **Инженерная экология**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	Н.Г. Комарова
Согласовал	Зав. кафедрой «ХТ»	В.В. Коньшин
	руководитель направленности (профиля) программы	Ю.С. Лазуткина

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.3	Использует химические методы для решения задач профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Общая и неорганическая химия, Органическая химия, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Инженерные методы защиты гидросферы, Коллоидная химия, Основы нефтехимических производств, Основы проектирования технологических процессов, Переработка нефти и газа

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 10 / 360

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	64	64	32	200	179

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 3

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	32	16	100	90

### Лекционные занятия (32ч.)

**1. Предмет физической химии. Основы химической термодинамики. Первое начало термодинамики {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[1,11,13,16,18]**

Использование методов физической химии для решения задач профессиональной деятельности: изучить первое начало термодинамики, теплоемкость, законы идеальных газов, реальные газы, изотерму Амага, изотерму Ван-дер-Ваальса, свойства систем и их изменение, , теплоемкость твердых тел, теплоемкость газов, теплоемкость жидкостей.

**2. Расчет теплоты и работы различных процессов. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[1,11,13,16,18]**

Теплота и работа различных процессов. □Закон Гесса, типы тепловых эффектов, уравнение Кирхгофа, расчет тепловых эффектов при  $T = 298$  К и различных температурах, расчет теплоты и работы различных процессов.

**3. Энтропия, изменение энтропии. Термодинамические потенциалы. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[11,13,16,18]**

Использование методов физической химии для решения задач профессиональной деятельности: изучить абсолютное значение энтропии, изменение энтропии, расчет изменения энтропии, термодинамические потенциалы, критерии направления процесса в различных условиях.

**4. Второе начало термодинамики. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[11,13,16,18]**

Использование методов физической химии для решения задач профессиональной деятельности: изучить термодинамически обратимые и необратимые процессы, второе начало термодинамики.

**5. Химическое равновесие. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[2,11,13,16,18]**

Химическое равновесие. □Химический потенциал и общие условия равновесия системы, закон действующих масс, уравнение изотермы, термодинамическая теория химического сродства, константа равновесия.

**6. Влияние различных факторов на химическое равновесие и выход продуктов. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[2,11,13,16,18]**

Влияние различных факторов на химическое равновесие и выход продуктов (давление, изменение объема, добавление инертного газа, изменение площади поверхности, удаление продуктов реакции), расчет состава равновесной смеси.

**7. Фазовые равновесия. {лекция с разбором конкретных ситуаций}**

**(4ч.)[3,11,13,18]** Фазовые равновесия в однокомпонентных системах, основные понятия, определения, правило фаз Гиббса, уравнение Клаузиуса-Клапейрона, диаграмма воды, диаграмма серы.

**8. Двухкомпонентные системы. {лекция с разбором конкретных ситуаций}**

**(4ч.)[4,11,18]** Двухкомпонентные системы. □ Равновесие "кристаллы - жидкость": разбор диаграмм состояния с простой эвтектикой, с образованием устойчивого и неустойчивого химического соединения, с монотектическим превращением, с образованием твердых растворов с неограниченной и ограниченной растворимостью.

**9. Трехкомпонентные системы. {лекция с разбором конкретных ситуаций}**

**(4ч.)[5,18]** Трехкомпонентные системы. □ Равновесие "кристаллы - жидкость" - разбор диаграмм состояния различных типов.

### **Практические занятия (16ч.)**

**1. Первое начало термодинамики. Теплосодержание. {метод кейсов}**

**(2ч.)[1,6,11,13,14,16,17,18]** Выбор способа расчета теплосодержания некоторых систем, расчет теплосодержания твердых тел, теплосодержания газов, первое начало термодинамики, теплоты и работы различных процессов.

**2. Выбор метода расчета теплового эффекта процесса. {метод кейсов}**

**(2ч.)[1,6,11,13,14,16,17,18]** Задачи с применением закона Гесса, типы тепловых эффектов, расчет тепловых эффектов при стандартной температуре и при различных температурах, уравнение Кирхгофа.

**3. Определение метода расчета изменения энтропии процесса. {метод кейсов}**

**(2ч.)[6,11,14,16,17,18]** Использование второго начала термодинамика для решения задач профессиональной деятельности, расчет абсолютного значения энтропии и расчет изменения энтропии.

**4. Определение критериев для определения направления процесса. {метод кейсов}**

**(2ч.)[6,11,13,14,16,17,18]** Использование термодинамических потенциалов для решения задач профессиональной деятельности, расчет термодинамических потенциалов, определение направления процесса.

**5. Константа химического равновесия. Определение направления химической реакции и состава равновесной смеси. {метод кейсов}**

**(2ч.)[2,6,11,13,14,16,17,18]** Закон действующих масс, уравнение изотермы, понятие о химическом сродстве, расчет константы равновесия, расчет состава равновесной смеси, влияние Р и Т на выход продуктов. Решение задач.

**6. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. {метод кейсов}**

**(2ч.)[3,6,11,13,14,16,17,18]** Решение задач на тему - влияние давления на температуру фазового превращения, освоить применение уравнения Клаузиуса-Клапейрона, изучение диаграммы воды.

**7. Двухкомпонентные системы. {метод кейсов} (2ч.)[4,6,11,18]** Анализ равновесия "кристаллы - жидкость". Разбор диаграмм состояния двухкомпонентных систем различных типов.

**8. Трехкомпонентные системы. {метод кейсов} (2ч.)[5,18]** Анализ равновесия

"кристаллы-жидкость". Разбор диаграмм состояния трехкомпонентных систем различных типов.

### **Лабораторные работы (32ч.)**

- 1. Инструктаж по ТБ. Введение. Обработка результатов эксперимента. Лабораторная работа "Термохимия" {работа в малых группах} (4ч.)[1,11,13,16]** Допуск к ЛР-1 "Термохимия". Выполнение ЛР-1: «Определение тепловых эффектов»: а) определение теплоты растворения соли; б) определение теплоты гидратообразования; в) определение теплоты диссоциации электролита.
- 2. Контрольный опрос по теме лабораторной работы № 1 "Термохимия" . {беседа} (4ч.)[1,11,13,16]** Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и решить задания: Защита ЛР-1 "Термохимия". Допуск к ЛР-2 "Химическое равновесие".
- 3. Лабораторная работа «Химическое равновесие» {работа в малых группах} (4ч.)[2,11,13,16]** Выполнение ЛР-2: «Химическое равновесие»: а) определение константы равновесия; б) расчет энергии Гельмгольца.
- 4. Контрольный опрос по теме лабораторной работы № 2 "Химическое равновесие" . {беседа} (4ч.)[2,11,13,16]** Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и выполнить задания: Защита ЛР-2 "Химическое равновесие". Допуск к ЛР-3 "Фазовое равновесие в однокомпонентных системах".
- 5. Лабораторная работа "Фазовое равновесие в однокомпонентных системах" {работа в малых группах} (4ч.)[3,11,13]** Выполнение ЛР-3 "Фазовое равновесие в однокомпонентных системах": а) изучение динамическим методом равновесие жидкость-пар в однокомпонентной системе; б) определение теплоты испарения.
- 6. Коллоквиум-1 по темам: 1 и 2 начало термодинамики, химическое равновесие. {беседа} (4ч.)[1,2,6,11,13,16]** Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и выполнить задания: Коллоквиум-1 по темам: 1 и 2 начало термодинамики, химическое равновесие.
- 7. Контрольный опрос по теме лабораторной работы № 3 {беседа} (4ч.)[3,11,13,16]** Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и выполнить задания: Защита ЛР-3 "Фазовое равновесие в однокомпонентных системах"
- 8. Коллоквиум-2 по теме "Фазовые равновесия". {беседа} (4ч.)[3,4,5,6,11,18]** Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и выполнить задания: Коллоквиум-2 по теме "Фазовые равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах".

### **Самостоятельная работа (100ч.)**

- 1. Подготовка к защита лабораторных работ.(24ч.)[1,2,3,11,13,16]** Подготовка

к защитам лабораторных работ.

**2. Подготовка к коллоквиумам.(16ч.)[1,2,3,4,5,6,11,13,16,17]** Подготовка к коллоквиумам.

**3. Подготовка к практическим занятиям.(16ч.)[1,2,3,11,13,14,16,17]** Подготовка к практическим занятиям.

**4. Проработка конспектов лекций.(8ч.)[11]** Проработка конспектов лекций.

**5. Подготовка к экзамену.(36ч.)[5,11]** Подготовка к экзамену.

#### **Семестр: 4**

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	32	16	100	90

#### **Лекционные занятия (32ч.)**

**1. Растворы. Выражение состава раствора. Растворимость. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[9,12,13]** Понятие о типах растворов, выражении состава раствора, парциальная молярная величина, уравнения Гиббса-Дюгема и Дюгема-Маргулеса, растворы на основе жидкости, растворимость твердого вещества в жидкости, растворимость газов в жидкости. Использование методов физической химии для решения задач профессиональной деятельности.

**2. Идеальные растворы. □Закон Рауля, состав пара над идеальным раствором, следствия из закона Рауля, реальные растворы, отклонения от закона Рауля. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[9,12,13]** Использование закона Рауля для решения задач профессиональной деятельности.

**3. Равновесие жидкость - пар {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9,12,13]** Диаграммы жидкость-пар, законы Коновалова, разделение бинарных смесей, виды перегонки, законы Вревского, термодинамическая активность, коэффициент активности, стандартное состояние, способы расчета активности и коэффициента активности растворителя и растворенного вещества, осмотическое давление растворов.

**4. Ограниченно растворимые жидкости. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[9,12,13]** Ограниченно растворимые жидкости, правило Алексеева, зависимость общего и парциальных давлений пара от состава раствора в системах с ограниченной взаимной растворимостью жидкостей, зависимость растворимости жидкостей от присутствия третьего компонента, правило Тарасенкова.

**5. Практически несмешивающиеся жидкости. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[9,12]** Особенности свойств практически несмешивающихся жидкостей, определение состава пара, перегонка с водяным паром, закон распределения Нернста, понятие



об экстракции.

**6. Электрохимия. Равновесные явления в растворах электролитов. Неравновесные явления в растворах электролитов. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[10,12,13]** Закон разведения Оствальда, теория Аррениуса, теория Дебая-Хюккеля, неравновесные явления в растворах электролитов, виды электрической проводимости растворов, зависимость их от разных факторов, электрофоретический и релаксационный эффекты.

**7. Числа переноса. Кондуктометрия. ЭДС. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[10,12,13]** Число переноса, кондуктометрия, электрохимическая термодинамика, равновесие на границе металл-раствор, межфазная разность потенциалов, электродвижущая сила.

**8. Электродный потенциал. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[10,12,13,18]** Применение понятий и уравнений: электродный потенциал, уравнение Нернста, классификация электродов и типы гальванических элементов.

**9. Термодинамика гальванического элемента. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[10,12,13,18]** Диффузионный потенциал, термодинамика гальванического элемента, виды химических источников тока.

**10. Законы электролиза Фарадея. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[10,12,13,18]** Неравновесные явления на электродах. □ Зоны электролиза Фарадея, выход по току, неравновесные явления на электродах, понятия о кинетике электрохимических реакций, поляризации (перенапряжение), электролизе, напряжении разложения, поляризационных кривых.

**11. Химическая кинетика . {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,12,13,18]** Скорость химической реакции, реакции 1,2 порядка, классификация химических реакций, порядок реакции, молекулярность, закон действующих масс в кинетике, реакции нулевого, первого, второго, третьего, дробного порядка.

**12. Определение порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,12,13,18]** Определение порядка реакции, зависимость скорости реакции от температуры, понятие об энергии активации, связь энергии активации с тепловым эффектом и скоростью реакции.

**13. Сложные реакции. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,12,13,18]** Особенности кинетики сложных гомогенных, фотохимических, цепных реакций.

**14. Сопряженные реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,12,13,18]** Особенности сопряженных реакций, метод стационарных концентраций М. Боденштейна, кинетические различия между простыми и сложными реакциями, факторы, влияющие на скорость реакции.

**15. Теории химической молекулярной кинетики. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,12,13,18]** Теории химической молекулярной

кинетики, кинетика гетерогенных реакций, теория активных столкновений, теория активированного комплекса, закон Фика.

**16. Катализ. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[7,12,13,18]** Основные понятия, закономерности, классификация, гомогенный катализ, гетерогенный катализ, влияние посторонних примесей на активность катализатора, приготовление катализаторов, теории гетерогенного катализа: мультиплетная теория А.А. Баландина, теория активных ансамблей Н.И. Кобозева, электронная теория катализа Ф.Ф. Волькенштейна.

### **Практические занятия (16ч.)**

**1. Растворы. Растворимость. {метод кейсов} (2ч.)[8,9,12,13,15,17]** Способы выражения состава раствора, понятие парциальная молярная величина, уравнения Гиббса-Дюгема и Дюгема-Маргулеса, растворимость твердого вещества в жидкости, растворимость газов в жидкости. Решение задач.

**2. Идеальные растворы. {метод кейсов} (2ч.)[8,9,12,13,15,17]** Особенности идеальных растворов, закон Рауля, состав пара над идеальным раствором, следствия из закона Рауля. Решение задач.

**3. Термодинамическая активность {метод кейсов} (2ч.)[8,9,12,13,15,17]** Применение термодинамической активности, коэффициента активности для решения задач. Понятие о стандартном состоянии, способах расчета активности и коэффициента активности растворителя и растворенного вещества.

**4. Практически несмешивающиеся жидкости. Экстракция. {деловая игра} (2ч.)[8,9,12,13,15,17]** Определение состава пара, перегонка с водяным паром, закон распределения Нернста, расчет эффективности экстракции. Решение задач.

**5. Равновесные явления в растворах электролитов. Неравновесные явления в растворах электролитов. {метод кейсов} (2ч.)[8,10,12,13,15,17]** Применение закона разведения Оствальда для решения задач профессиональной деятельности. Расчет удельной, молярной, эквивалентной электрической проводимости растворов, анализ зависимости ее от разных факторов.

**6. Числа переноса. Электродвижущая сила. Электродный потенциал. {метод кейсов} (2ч.)[8,10,12,13,15,17]** Применение уравнения Нернста для решения задач профессиональной деятельности. Классификация электродов, типы гальванических элементов, расчет ЭДС, электродных потенциалов, диффузионного потенциала.

**7. Термодинамика гальванического элемента. Законы электролиза Фарадея. {метод кейсов} (2ч.)[8,12,13,15,17]** Неравновесные явления на электродах. □ Расчет выхода по току. Кинетика электрохимических реакций. Поляризация (перенапряжение), расчет термодинамических потенциалов гальванических элементов, расчет теоретической массы, выхода по току, электролиз, напряжение разложения, анализ поляризационных кривых. Решение задач.

**8. Скорость химической реакции. Реакции различных порядков. Определение порядка реакции. {метод кейсов} (2ч.)[7,8,12,13,15,17]**



Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Кинетика сложных гомогенных реакций. Метод стационарных концентраций М. Боденштейна. □Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, изучить особенности реакций нулевого, первого, второго, расчет константы скорости, текущей концентрации, периода полураспада реакций 1,2 порядка, определение порядка реакции, усвоить зависимость скорости реакции от температуры, понятие об энергии активации, расчет константы скорости реакции при различных температурах, особенности сопряженных реакций, расчет констант скоростей сложных реакций, применение метода М. Боденштейна.

### **Лабораторные работы (32ч.)**

**1. Введение. Инструктаж по ТБ. Выполнение ЛР-1: «Криоскопические измерения» {работа в малых группах} (4ч.)[9,12,13] Допуск к ЛР-1 «Криоскопические измерения».**

Выполнение ЛР-1: «Криоскопические измерения»: а/ определение концентрации растворенного вещества; б/ расчет осмотического давления.

**2. Контрольный опрос по теме ЛР-1 «Криоскопические измерения». {беседа} (4ч.)[9,12,13] Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, подготовить сдачу отчета и защиту ЛР-1 «Криоскопические измерения». Получить допуск к ЛР-2 «Электрическая проводимость растворов электролитов: определение числа переноса протона».**

**3. Лабораторная работа -2 "Электропроводность растворов электролитов: определение числа переноса протона". {работа в малых группах} (4ч.)[10,12,13] Выполнение ЛР-2: «Электрическая проводимость растворов электролитов: определение числа переноса протона».**

**4. Контрольный опрос по теме "Растворы". {беседа} (4ч.)[8,9,12,13,17] Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и выполнить задания Коллоквиум-1 по теме "Растворы"**

**5. Коллоквиум-2 по теме "Электрохимия". Контрольный опрос по теме ЛР-2 «Электрическая проводимость растворов электролитов: определение числа переноса протона». {беседа} (4ч.)[8,10,12,17] Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и выполнить задания Коллоквиум-2 по теме "Электрохимия", сдача отчета и защита ЛР-2 «Электрическая проводимость растворов электролитов: определение числа переноса протона».**

**6. Допуск к лабораторной работе -3 «Кинетические исследования реакций в растворах: определение порядка реакции». Выполнение ЛР-3: «Кинетические исследования реакций в растворах: определение порядка реакции». {работа в малых группах} (4ч.)[7,12,13] Допуск к ЛР -3 «Кинетические исследования реакций в растворах: определение порядка реакции». Выполнение ЛР-3: «Кинетические исследования реакций в растворах:**

определение порядка реакции».

**7. Контрольный опрос по теме ЛР -3 «Кинетические исследования реакций в растворах: определение порядка реакции». {беседа} (4ч.)[7,12,13]** Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, произвести сдачу отчета и защиту ЛР-3 «Кинетические исследования реакций в растворах: определение порядка реакции».

**8. Коллоквиум - 3 по теме "Кинетика" {беседа} (4ч.)[7,12,13]** Используя химические методы для решения задач профессиональной деятельности, ответить на вопросы и выполнить задания Коллоквиум - 3 по теме "Кинетика".

### **Самостоятельная работа (100ч.)**

**1. Подготовка к защите лабораторных работ.(9ч.)[7,9,10,12,13,17]** Подготовка к защите трех лабораторных работ (3 ч на 1 лабораторную работу) .

**2. Подготовка к коллоквиумам.(9ч.)[7,8,9,10,12,17]** Подготовка к коллоквиумам (3 ч на 1 коллоквиум)

**3. Реферат по теме «Катализ» . {беседа} (7ч.)[7,12,13,18]** Написание реферата по теме «Катализ» и подготовка к защите.

**4. Подготовка к практическим занятиям.(8ч.)[7,9,10,12,13,15,17]** Подготовка к практическим занятиям: повторение законов, формул (1 ч на одно занятие) .

**5. Проработка конспектов лекций(6ч.)[12]** Проработка конспектов лекций

**6. Расчетное задание {метод кейсов} (25ч.)[7,9,12,15,17,18]** Термодинамические расчеты по темам ""Растворы", кинетическим исследованиям химических реакций, электрохимическим исследованиям.

**7. Подготовка к экзамену(36ч.)[12,13]** Подготовка к экзамену.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Беушева О.С., Комарова Н.Г., Беушев А.А. Термохимия [Электронный ресурс]: Методическое пособие с указаниями к лабораторному практикуму по физической химии / О.С. Беушева, Н.Г. Комарова, А.А. Беушев; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017. – 32

с.- Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ht/Комарова\\_tchem.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ht/Комарова_tchem.pdf).

2. Комарова Н.Г., Беушева О.С., Беушев А.А. Химическое равновесие [Электронный ресурс]: : Учебное пособие к лабораторным работам по физической химии/ Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2016.

- 30 с.- ЭБС АлтГТУ. Режим доступа:

[http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ht/komarova\\_ximr.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ht/komarova_ximr.pdf)

3. Комарова Н.Г., Беушева О.С. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах [Электронный ресурс]: Методическое пособие с указаниями к лабораторному практикуму по физической химии / Н. Г. Комарова, О. С. Беушева; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013.- 30 с. - ЭБС АлтГТУ. Режим доступа: [http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tppie/beusheva\\_fr1.pdf](http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tppie/beusheva_fr1.pdf)
4. Комарова Н.Г., Протопопов А.В. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах [Электронный ресурс]: Методическое пособие для самостоятельной работы студентов по физической химии/ Н.Г. Комарова, А.В. Протопопов; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2016.- 50 с.- ЭБС АлтГТУ. Прямая ссылка: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/Komarova\\_fr\\_srs.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/Komarova_fr_srs.pdf)
5. Стенникова М.Ф. Трехкомпонентные системы: методические указания для самостоятельной работы студентов /М.Ф. Стенникова, Н.Г. Комарова, А.В. Протопопов; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005. - 39 с.- ЭБС АлтГТУ. Прямая ссылка: [http://elib.altstu.ru/eum/download/tppie/komarova\\_tks\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/tppie/komarova_tks_mu.pdf)
6. Комарова Н.Г., Пантелеева Н.Л. Вопросы и задания по физической химии. Часть 1 [Электронный ресурс]: Методические указания для самостоятельной подготовки студентов к контрольным опросам по физической химии/ Н.Г. Комарова, Н.Л.Пантелеева; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – 30 с.- ЭБС АлтГТУ. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tppie/komarova-vopros.pdf>
7. Протопопов А. В., Комарова Н. Г. Химическая кинетика. Катализ: Методическое пособие к лабораторному практикуму по физической химии/ А. В. Протопопов, Н. Г. Комарова; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011.- 76 с.- Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/tppie/protopopov-kinetika.pdf>.
8. Комарова Н.Г. Вопросы и задания для самостоятельной подготовки к контрольным опросам по физической химии (Часть 2) [Электронный ресурс]: Методические указания для самостоятельной работы студентов по физической химии / Н.Г. Комарова; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 33 с.- ЭБС АлтГТУ. Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/Komarova-2fiz.pdf>
9. Протопопов А. В., Комарова Н.Г., Беушева О.С. Растворы неэлектролитов: Методическое пособие к лабораторному практикуму по физической химии/ А. В. Протопопов, Н. Г.Комарова; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова.– Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017.- 55 с.- ЭБС АлтГТУ. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/ht/Protopopov-rne.pdf>
10. Комарова Н.Г., Беушев А.А., Беушева О.С. Электрическая проводимость растворов электролитов. Учебно-методическое пособие./Н.Г. Комарова, А.А. Беушев, О.С. Беушева; АлтГТУ им. И.И. Ползунова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018.- 31 с., 959.00 КБ Прямая ссылка: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/KomarovaBeush\\_ElProvRastvEl\\_ump.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/KomarovaBeush_ElProvRastvEl_ump.pdf)

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

11. Стенникова М.Ф., Мусько Н.П., Беушева О.С., Комарова Н.Г. Руководство по физической химии. Часть 1. 2010 Учебное пособие. <http://elib.altstu.ru/eum/download/tppie/stennikova1.pdf>

12. Стенникова М.Ф., Мусько Н.П., Беушева О.С., Комарова Н.Г. Руководство по физической химии. Часть 2. 2010. Учебное пособие <http://elib.altstu.ru/eum/download/tppie/musko-rfx.pdf>

13. Бондарева, Л. П. Физическая и коллоидная химия: теория и практика: учебное пособие: [16+] / Л. П. Бондарева, Т. В. Мастюкова; науч. ред. Т. А. Кучменко. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 289 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601382> ISBN 978-5-00032-409-7. – Текст: электронный.

### 6.2. Дополнительная литература

14. Сборник задач по физической химии. Часть I и часть II. Комарова Н.Г., Беушев А.А., Беушева О.С. 2020. Сборник задач. [http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/Komarova\\_FizHim2Pt\\_sz.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/Komarova_FizHim2Pt_sz.pdf)

15. Сборник задач по физической химии, часть 3 Беушев А.А. (ХТ) Беушева О.С. (ХТ) Комарова Н.Г. (ХТ) 2021 Сборник задач, 2.39 МБ Дата первичного размещения: 01.03.2021. Обновлено: 01.03.2021. Прямая ссылка: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/Komarova\\_SbZadFisHim\\_srs\\_sz.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ht/Komarova_SbZadFisHim_srs_sz.pdf)

16. Зуев, А. Ю. Химическая термодинамика: учебник / А. Ю. Зуев, Д. С. Цветков; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. – 187 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699029> ISBN 978-5-7996-3029-4. – Текст: электронный.

17. Корьяков, О. П. Сборник задач и упражнений для самостоятельной работы по химии: раздел «Физическая и коллоидная химия»: учебно-методическое пособие / О. П. Корьяков, А. В. Кандаурова, М. М. Клейнер. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2020. – 50 с.: табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=613539> – Текст: электронный.

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

18. Библиотека химического факультета МГУ: <http://www.chem.msu.ru/rus/library/>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».