

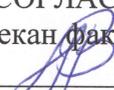
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Химическая технология»

«СОГЛАСОВАНО»

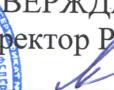
Декан факультета ФЭ

 / Н.М. Верещагин

«\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко

«\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г



Заведующий кафедрой ХТ

 / В.В. Коваленко

«25» 06 20\_\_ г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

**Б 1. О.16 «Физическая химия»**

Направление подготовки  
18.03.01 «Химическая технология»

Направленность (профиль) подготовки  
Технология электрохимического производства  
Химическая технология природных энергоносителей  
и углеродных материалов

Уровень подготовки  
**Бакалавриат**

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки № 1005 от 11.08.2016 г.

Разработчик  
Ст. преподаватель кафедры ХТ



В.С. Логинов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ  
протокол № 8 от 22.05 2020 г

Заведующий кафедрой  
«Химическая технология»,  
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата.

Рабочая программа по дисциплине «Физическая химия» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и «Технология электрохимического производства», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005.

### Цели изучения дисциплины:

- изучение теоретических и экспериментальных методов, направленных на установление закономерностей химических реакций и сопутствующих им физических явлений;
- получение знаний по фундаментальным законам физической химии и практических навыков их применения.

### Задачи дисциплины:

- формирование представления о закономерностях протекания химических, физико-химических и коллоидно-химических процессов;
- формирование знаний о зависимости между строением, энергетическими характеристиками химических связей и реакционной способностью веществ;
- формирование знаний о зависимости влияния различных факторов на скорость и механизмы химических реакций;
- овладение навыками применения теоретических законов к решению практических вопросов химической технологии.

Коды компетенций	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики;</li> <li>- основные положения теории химического равновесия;</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;</li> <li>- определять направленность процесса в заданных начальных условиях;</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками вычисления тепловых эффектов химической реакции при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема;</li> <li>- констант равновесия химических реакций при заданной температуре.</li> </ul>
ОПК-2	Готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы термодинамического описания химического и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;</li> <li>- основные понятия теории растворов;</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устанавливать границы областей устойчивости фаз в многокомпонентных и бинарных системах;</li> <li>- определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерностями давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;</li> <li>- методами определения констант скорости различных порядков по результатам кинетического эксперимента;</li> </ul>

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и «Технология электрохимического производства» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология. Дисциплина изучается по очной и заочной форме обучения в 3, 4, 5 семестрах.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- дифференциальное и интегральное исчисление;
- законы общей химии;
- основные законы и модели строения атома и молекул;
- методы составления и решения дифференциальных уравнений

**уметь:**

- составлять и решать различные виды уравнений;
- применять законы общей химии;
- применять основные законы и модели строения атома и молекул;

**владеть:**

- методами решения дифференциальных уравнений;
- закономерностями общей химии;
- основными методами математического анализа.

Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению предшествующих дисциплин: «Математика (Б1.2.Б.01)», «Физика (Б1.2.Б.02)», «Общая и неорганическая химия» (Б1.2.Б.03)

Дисциплина «Физическая химия» является базой для изучения последующих дисциплин, в том числе «Коллоидная химия» (Б1.2.В.04), «Кинетика и катализ в ХТ» (Б1.2.В.05), «Химические реакторы» (Б1.3.Б.05), «Процессы и аппараты химической технологии» (Б1.3.В.01), «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов» (Б1.3.В.5), «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» (Б1.3.В.6).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (ЗЕТ), или 360 часов.

Вид учебной работы	Очная форма
Лекции	56
Лабораторные	48
Практические	24
Иная контактная работа	0,95
Консультирование перед экзаменом и практикой	4
Итого ауд.	132,95
Контактная работа	132,95
Сам. работа	120
Часы на контроль	107,05
Итого	360
Вид промежуточной аттестации	Экзамен 3,4 семестр Зачет с оценкой 5 семестр

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

В структурном отношении программа представлена следующими модулями

**Модуль 1.** Химическая термодинамика, химическое равновесие, растворы.

**Модуль 2.** Химическая кинетика, растворы электролитов.

**Модуль 3.** Катализ.

#### 4.1 Содержание разделов дисциплины, структурированное по темам (разделам)

**МОДУЛЬ 1.** Химическая термодинамика, химическое равновесие, растворы.

##### Введение

Предмет и содержание физической химии. Ее основные разделы. Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантово-механический. Роль российских ученых в развитии физической химии.

## **Основы химической термодинамики**

Основные понятия: термодинамическая система; внутренняя энергия; теплота и работа; функции состояния и функции перехода; работа расширения идеального газа в изотермическом, изобарном и изобарно-изотермическом процессах; теплота процессов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Тепловые эффекты: теплоты образования, сгорания, фазовых превращений, растворения.

Зависимость теплового эффекта реакции от температуры (уравнение Кирхгофа). Теплоемкость истинная и средняя. Интерполяционные уравнения теплоемкости. Расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.

Процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее основные свойства. Обоснование второго закона термодинамики. Теорема Карно-Клаузиуса. Энтропия как критерий равновесия и направления самопроизвольного процесса в изолированных системах. Зависимость энтропии от температуры, давления и объема. Расчет изменения энтропии в различных процессах, связанных с изменением состояния идеального газа. Изменение энтропии в процессе смешения идеальных газов. Изменение энтропии при фазовых переходах. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии. Изменение энтропии в химическом процессе. Статистическая интерпретация второго закона термодинамики. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направления и предела протекания процессов. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Расчет изменения стандартных энергий Гиббса и Гельмгольца в химических реакциях при различных температурах. Уравнения Максвелла. Использование уравнений Максвелла для вывода различных термодинамических соотношений. Системы переменного состава. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава. Химический потенциал идеального газа. Химический потенциал компонента смеси идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Химический потенциал реального газа. Фугитивность, коэффициент фугитивности.

### **Химическое равновесие**

Основные свойства химического равновесия. Закон действующих масс, термодинамический вывод. Термодинамическая константа химического равновесия. Практические константы равновесия  $K_p$ ,  $K_n$ ,  $K_x$ ,  $K_c$ . Способы выражения состава равновесной смеси, соотношения между константами равновесия  $K_p$ ,  $K_c$ ,  $K_x$ . Влияние давления и примеси инертного газа на смещение химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа. Влияние Температурная зависимость константы химического равновесия. Уравнение изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа. Принцип Ле Шателье - Брауна. Интегрирование уравнения Вант-Гоффа. Расчет теплового эффекта химической реакции на основании зависимости константы равновесия от температуры. Экспериментальные методы расчета констант химического равновесия. Расчет констант равновесия из стандартных величин термодинамических функций.

### **Фазовые равновесия**

Понятие фазы, компонента, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Диаграмма фазовых равновесий для однокомпонентной системы. Тройная точка. Применение правила фаз Гиббса к однокомпонентной системе. Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Зависимость температуры плавления от внешнего давления. Интегральные формы уравнения Клаузиуса-Клапейрона для процесса плавления-кристаллизации. Зависимость давления насыщенного пара над жидкой и твердой фазами от температуры. Интегральные формы уравнения Клаузиуса-Клапейрона для процессов испарения и возгонки. Определение координат тройной точки. Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для расчета изменения термодинамических функций при фазовых превращениях.

Равновесия жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Растворимость газов в жидкостях. Применение закона Генри к растворам газов в жидкостях. Влияние давления и температуры на растворимость газов в жидкостях. Влияние электролитов на растворимость газов.

Неограниченно растворимые друг в друге жидкости. Вычисление давления и состава пара над идеальными растворами. Первый закон Гиббса-Коновалова. Диаграммы общее давление - состав, температура кипения - состав, состав раствора - состав пара для идеальных растворов. Правило рычага. Перегонка (ректификация). Диаграммы общее давление - состав, температура кипения - состав, состав раствора - состав пара для неидеальных растворов. Азеотропные растворы. Второй закон Гиббса-Коновалова. Перегонка растворов с минимумом и максимумом температуры кипения.

Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на растворимость. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной растворимостью жидкостей. Состав пара. Диаграммы общее давление - состав, температура кипения - состав, состав раствора - состав пара для систем с ограниченной взаимной растворимостью жидкостей.

Давление и состав пара над смесью взаимно нерастворимых жидкостей. Перегонка с водяным паром.

Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах с участием твердых фаз. Идеальная растворимость твердых веществ в жидкости (уравнение Шредера). Метод физико-химического анализа. Диаграммы состав-свойство. Принципы непрерывности и соответствия (Н.С. Курнаков). Термический анализ. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердой фазе. Изоморфизм. Типы твердых растворов.

Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся веществ. Термический анализ, кривые охлаждения. Диаграммы неизоморфно кристаллизующихся веществ (с образованием простой (одной) эвтектики, с образованием устойчивых и неустойчивых соединений). Построение диаграммы плавкости по кривым охлаждения. Эвтектическая смесь. Конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся химические соединения. Системы с ограниченной растворимостью веществ в твердой фазе. Применение правила фаз к исследованию диаграмм. Правило рычага.

Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое изображение состава трехкомпонентных систем в треугольниках Гиббса и Розебома и в прямоугольных координатах. Диаграммы состояния тройных жидких систем с ограниченной взаимной растворимостью.

### **Растворы неэлектролитов**

Классификации растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Относительные парциальные молярные величины (парциальные молярные функции смешения). Термодинамические функции смешения. Идеальные (совершенные) растворы. Химический потенциал компонента идеального раствора. Термодинамические свойства идеальных растворов. Термодинамические функции смешения идеальных растворов. Равновесие "идеальный раствор-пар".

Закон Рауля. Идеальные и неидеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Парциальные молярные величины, методы их определения. Уравнения Гиббса-Дюгема. Химический потенциал компонента в идеальном и неидеальном растворах. Активность и коэффициент активности. Выбор стандартного состояния для растворителя и растворенного вещества. Симметричная и несимметричная системы. Вычисление активностей растворителя и растворенного вещества по давлению пара, понижению температуры замерзания, повышению температуры кипения и из осмотического давления. Коллигативные свойства, их практическое использование. Уравнение Вант-Гоффа для осмотического давления. Осмос, обратный осмос. Криоскопия. Эбулиоскопия. Использование коллигативных свойств для определения молярной массы и степени диссоциации растворенного вещества.

**МОДУЛЬ 2.** Химическая кинетика, растворы электролитов.

### **Химическое равновесие в растворах электролитов и электрохимия**

Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации С.Аррениуса. Сильные и слабые электролиты. Количественные характеристики диссоциации: степень диссоциации, константа диссоциации. Зависимость степени диссоциации от концентрации (разведения), температуры, природы растворителя. Закон разведения Оствальда. Причины диссоциации. Ассоциация и сольватация ионов.

Термодинамическое описание свойств растворов электролитов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе, средние ионные коэффициенты активности. Связь активности электролита со средней ионной активностью и концентрацией электролита. Ионная сила раствора. Правило ионной силы.

Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Реальная и условная ионная атмосфера. Потенциал ионной атмосферы, радиус ионной атмосферы. Зависимость названных величин от ионной силы раствора, природы растворителя и температуры.

Неравновесные явления в растворах электролитов. Проводники электрического тока I и II рода, ионная и электронная проводимость. Удельная, молярная и эквивалентная электрические проводимости, взаимосвязь между ними. Зависимость удельной и молярной электрической проводимости от концентрации, температуры и природы растворителя. Скорость и подвижность (абсолютная скорость движения) ионов. Закон независимого движения ионов (закон Кольрауша). Предельные молярные электропроводности ионов. Эстафетный механизм переноса электричества ионами гидроксония и гидроксила. Числа переноса ионов. Электропроводность растворов сильных электролитов.

Методика измерения электропроводности. Измерение электрической проводимости как метод определения степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.

Определение электропроводности растворов электролитов при бесконечном разбавлении. Кондуктометрическое титрование. Произведение растворимости малорастворимых электролитов, влияние посторонних электролитов на их растворимость.

ЭДС и электродные потенциалы. Возникновение скачка потенциала на границе раздела проводников I и II рода. Двойной электрический слой. Обратимые электроды и обратимые гальванические элементы. Электрохимический потенциал. Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал (потенциал в водородной шкале). Связь ЭДС гальванической цепи с электродными потенциалами. Правило знаков ЭДС и электродных потенциалов. Термодинамическая теория гальванических явлений. Уравнение Нернста. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем. Зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры. Классификация электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Уравнение Нернста для потенциала электродов различного вида. Типы гальванических элементов: химические, концентрационные, с переносом, без переноса. Диффузионный потенциал, механизм возникновения и методы его устранения (сведения к минимальной величине). Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов.

Химические источники тока. Топливные элементы.

Электролиз. Катодные и анодные процессы. Поляризация электродов. Концентрационная поляризация; предельный ток. Уравнение Тафеля. Практическое значение перенапряжения при выделении водорода. Анодное перенапряжение, пассивирование металлов.

Электрохимическая коррозия. Термодинамические и кинетические факторы в коррозии. Способы защиты от коррозии.

#### **Формальная кинетика.**

Термодинамическая возможность и практическая осуществимость процесса. Предмет и задачи химической кинетики. Основные понятия формальной кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, частный и общий порядок. Основной постулат химической кинетики, кинетическое уравнение скорости реакции. Константа скорости химической реакции, размерность константы скорости. Простые (элементарные) и сложные реакции. Кинетика простых и формально простых односторонних гомогенных реакций. Реакции первого, второго и третьего порядков. Дифференциальная и интегральная формы кинетических уравнений, кинетические кривые. Линейное представление кинетических кривых для различных порядков. Время полупревращения. Реакции нулевого порядка.

Химические и физико-химические методы определения скоростей химических реакций. Метод избытка (изоляции) Оствальда, определение частных порядков по соответствующему реагенту. Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Различие концентрационного и временного порядков. Расчет константы скорости и скорости простых односторонних реакций.

Сложные реакции. Принцип независимости протекания элементарных реакций. Обратимые и параллельные реакции первого порядка. Система дифференциальных уравнений, описывающих скорости этих реакций. Интегральные уравнения для расчета констант скоростей отдельных стадий реакции. Схематическое изображение соответствующих кинетических кривых для каждого из реагирующих веществ. Последовательные реакции 1-го порядка. Принцип лимитирующей стадии последовательной химической реакции. Стационарный режим протекания последовательных реакций. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна и область его применимости.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Температурный коэффициент константы скорости реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Эффективная энергия активации и предэкспоненциальный множитель. Методы определения этих величин из экспериментальных данных.

#### **Фотохимические и цепные реакции.**

Фотохимические реакции. Механизм активации. Первичные и вторичные фотохимические процессы. Фотодиссоциация и фотолиз. Законы фотохимии, закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход. Кинетика процессов, происходящих с участием фотовозбужденных молекул. Сенситизаторы, Сенситизированные фотохимические реакции. Основные различия реакций с фотохимическим и термическим инициированием. Фотохимические процессы в атмосфере, фотосинтез.

Цепные реакции, примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Механизм зарождения, развития и обрыва цепей. Звено цепи, длина цепи. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Кинетика неразветвленных цепных реакций, лимитирующая стадия неразветвленной цепной реакции. Стадии разветвленной цепной реакции. Зависимость скорости разветвленных цепных реакций от времени. Стационарный и нестационарный режимы течения реакции. Влияние температуры и давления на скорость цепных реакций.

#### **МОДУЛЬ 3. Теории химических реакций. Катализ.**

##### **Теории химических реакций**

Термины, определения, основные законы. Теория активных столкновений. Бимолекулярные реакции, мономолекулярные реакции. Схема Линдемана. Теория активированного комплекса.

##### **Катализ**

Определение катализа. Общие принципы катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Основные закономерности каталитических реакций. Влияние катализатора на термодинамические и кинетические характеристики химических реакций. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность, удельная каталитическая активность.

##### **Гомогенный катализ**

Слитный и раздельный механизмы каталитических реакций. Общий и специфический кислотно-основной катализ. Каталитические константы скорости реакции. Солевой эффект.

##### **Ферментативный катализ**

Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса. Константа Михаэлиса. Ингибирование: конкурентное, неконкурентное. Схемы катализа с ингибированием.

##### **Гетерогенный катализ**

Скорость гетерогенно-каталитической реакции. Типы гетерогенных катализаторов. Закон действующих поверхностей. Роль адсорбции в гетерогенном процессе. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций, не лимитируемых диффузией. Отравление катализаторов. Основы теорий катализа (теории А.А. Баландина, Н.И. Кобозева).

#### **4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

##### **Очная форма обучения**

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем	СР

		часов	всего	лек ции	практическ ие занятия	лабораторн ые работы	ИКР	Консуль трование перед экз.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
	<b>Модуль 1 (семестр 3)</b>	<b>108</b>	<b>50,35</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0,35</b>	<b>2</b>	<b>57,65</b>
1. 1	Введение	2	1	1					1
1. 2	Основы хими- ческой термо- динамики	15	12	6	2	4			3
1. 3	Химическое равновесие	14	11	5	2	4			3
1. 4	Фазовые равновесия	15	12	6	2	4			3
1. 5	Растворы не- электролитов	15	12	6	2	4			3
1. 6	Консультации	2	2						
1. 8	Экзамен	47	2,35				0,35	2	44,65
	<b>Модуль 2 (семестр 4)</b>	<b>144</b>	<b>50,35</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,35</b>	<b>2</b>	<b>93,65</b>
2. 1	Химическое равновесие в растворах электролитов и электрохи- мия	36	20	6	6	8			16
2. 2	Формальная кинетика	36	20	6	6	8			16
2. 3	Фотохимиче- ские и цепные реакции	16	8	4	4				8
2. 4	Экзамен	56	2,35				0,35	2	53,65
	<b>Модуль 3 (семестр 5)</b>	<b>108</b>	<b>32,25</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>0</b>	<b>75,75</b>
3. 1	Теории хими- ческих реак- ций	24	8	4		4			16
3. 2	Ферментатив- ный катализ	21	4	4					17
3. 3	Гомогенный катализ	39	12	4		8			17
3. 4	Гетерогенный катализ	25	8	4		4			17
3. 5	Зачет	9	0,25				0,25		8,75
	<b>Всего</b>	<b>360</b>	<b>132,95</b>	<b>56</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>0,95</b>	<b>4</b>	<b>227,05</b>

##### 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельных занятий

*Основная литература:*

1. Кудряшева Н.С. Физическая химия. Учеб. для бакалавров – М.: Юрайт, 2012. – 340с.
2. Андреев Л.А. Физическая химия: практикум / Андреев Л.А., Бокштейн Б.С., Новикова Е.А., Родин А.О., Руднева Е.В.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2016. 122— с. <http://www.iprbookshop.ru/56609>
3. Логинов В.С., Трегулов В.Р. Физическая химия: метод. указ. к лаб. работам. - Рязань, 2014. - 44с.

*Дополнительная литература:*

1. Васюков А.Н., Задачаина О.П. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии. СПб.: Издательство "Лань", 2014. – 128 с. <https://e.lanbook.com/book/45679>
2. Дудкин А.В., Соболева И.Г., Ермолаева Т.Н. Расчет термодинамических функций и равновесного состава системы. Учебно-методическое пособие. Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/17699.html>
3. Макаров А.Г., Сагида М.О., Раздобреев Д.А. Теоретические и практические основы физической химии. Учебное пособие: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. <http://www.iprbookshop.ru/52335.html>
4. Родин В.В., Горчаков Э.В., Оробец В.А. Физическая и коллоидная химия. Учебное пособие: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2013. <http://www.iprbookshop.ru/47377.html>
5. Березовчук А.В. Физическая химия. Учебное пособие: Научная книга, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/8191.html>
6. Романенко Е.С., Францева Н.Н. Физическая химия. Учебное пособие: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/47378.html>
7. Григорьева Л.С., Трифонова О.Н. Физическая химия. Учебное пособие: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014 <http://www.iprbookshop.ru/26215.html>

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

#### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### *7.1 Основная литература:*

1. Кудряшева Н.С. Физическая химия. Учеб. для бакалавров – М.: Юрайт, 2012. – 340с.
2. Андреев Л.А. Физическая химия: практикум / Андреев Л.А., Бокштейн Б.С., Новикова Е.А., Родин А.О., Руднева Е.В.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2016. 122— с. <http://www.iprbookshop.ru/56609>
3. Логинов В.С., Трегулов В.Р. Физическая химия: метод. указ. к лаб. работам. - Рязань, 2014. - 44с.

##### *7.2 Дополнительная литература:*

1. Васюков А.Н., Задачаина О.П. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии. СПб.: Издательство "Лань", 2014. – 128 с. <https://e.lanbook.com/book/45679>
2. Дудкин А.В., Соболева И.Г., Ермолаева Т.Н. Расчет термодинамических функций и равновесного состава системы. Учебно-методическое пособие. Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/17699.html>
3. Макаров А.Г., Сагида М.О., Раздобреев Д.А. Теоретические и практические основы физической химии. Учебное пособие: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. <http://www.iprbookshop.ru/52335.html>
4. Родин В.В., Горчаков Э.В., Оробец В.А. Физическая и коллоидная химия. Учебное пособие: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2013. <http://www.iprbookshop.ru/47377.html>
5. Березовчук А.В. Физическая химия. Учебное пособие: Научная книга, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/8191.html>
6. Романенко Е.С., Францева Н.Н. Физическая химия. Учебное пособие: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/47378.html>
7. Григорьева Л.С., Трифонова О.Н. Физическая химия. Учебное пособие: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014 <http://www.iprbookshop.ru/26215.html>

#### **8. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для изучения дисциплины**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и кон-

спектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на следующем занятии.

К каждой лабораторной работе необходимо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

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

Лицензионное программное обеспечение:

1. Продукт Microsoft по программе DreamSpark Membership ID 700565236 (операционные системы семейства Windows)
2. Продукт Microsoft по программе DreamSpark Membership ID 700565236 (пакет Visio)
3. Лицензия на право использования Kaspersky Endpoint Security для бизнеса на 1000 рабочих мест (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров № 2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019)3. MS Office Professional Plus 2010 MAK (Open License № 63829947 с 15.07.2014 - бессрочно)
4. Операционная система Microsoft Windows 7 Sp1 Pro OA CIS and GE
5. Mozilla Firefox (лицензия MPL)
6. Неисключительная лицензия на комплект ПО «Виртуальная лаборатория». Лицензионный договор 034-14/Н от 18 августа 2014 года
7. T-FLEX CAD Учебная версия (лицензионное соглашение «ЗАО Топ Системы»). <http://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/>
8. Математический пакет SMathStudio, свободно распространяемая бесплатная версия (лицензия SMathStudio) <https://ru.smath.info>

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

1. Лекционные занятия:
  - комплект электронных презентаций/ слайдов;
  - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, интерактивная доска)
2. Практические занятия:
  - компьютерный класс;
  - презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
  - пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы;)
  - специализированное ПО.
3. Лабораторные работы  
Технологическая лаборатория аудитория № 326, оснащенная:
  - учебно-лабораторные комплексы «Химия» и «Электрохимический стенд»
  - лабораторные портативные весы Ohaus Traveler TA152
  - фотометр КФК- 3 км T03612;
  - печь муфельная; центрифуга CM-12;
  - шкаф сушильный SNOL;
  - телевизионная панель LCD
  - необходимым набором стеклянной посуды, термометров, штативов, реактивов и пр .
4. Прочее
  - рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
  - рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.