

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

УТВЕРЖДАЮ  
Директор АФ ФГБОУ ВО «МГТУ»  
к.г.-м.н., доцент И.В. Чикирёв

*И.В. Чикирёв*



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.О.03.01.04 Физическая химия  
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Неорганическая химия и химия координационных соединений  
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки бакалавр  
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: химии и строительного материаловедения  
название кафедры - разработчика рабочей программы

Апатиты  
2019

## Лист согласования

### 1 Разработчик(и)

профессор должность	химии и СМ кафедра	 подпись	А.М. Калинин И.О. Фамилия
доцент должность	химии и СМ кафедра	 подпись	Г.С. Скиба И.О. Фамилия
доцент должность	химии и СМ кафедра	 подпись	И.Р. Елизарова И.О. Фамилия
доцент должность	химии и СМ кафедра	 подпись	Ю.В. Стулов И.О. Фамилия

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы  
химии и строительного материаловедения  
название кафедры

"28" июня 2019 г. протокол № 11.  
дата

И.о. заведующего кафедры – разработчика

"28" июня 2019 г.



А.И. Николаев

дата

подпись

И.О.Фамилия

### Лист изменений и дополнений

к рабочей программе по дисциплине «**Физическая химия**», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, направленности (профилю) Неорганическая химия и химия координационных соединений 2019 года начала подготовки.

**Таблица 1.** Изменения и дополнения

<b>№ п/п</b>	<b>Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части</b>	<b>Содержание дополнения или изменения</b>	<b>Основание для внесения дополнения или изменения</b>	<b>Дата внесения дополнения или изменения</b>
1				
2				
3				

Дополнения и изменения внесены « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ г

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б1.О.03.01.04	Физическая химия	<p><b>Цель дисциплины</b> заключается в понимании студентами сущности химических и физических процессов на основе изучения основных естественнонаучных законов и в практическом использовании полученных знаний для решения конкретных научных и технических задач.</p> <p><b>Задачи дисциплины</b> заключаются в создании химического мышления, помогающего бакалавру решать вопросы физико-химического направления в работе по специальности. Также важной задачей изучения физической химии является создание и развитие теоретической основы для получения дальнейшего образования.</p> <p><b><u>В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Знать:</b> основные теоретические закономерности физико-химических процессов.</li> <li>• <b>Уметь:</b> поставить и провести физико-химический эксперимент, обработать экспериментальные данные и сделать выводы;</li> <li>• <b>Владеть:</b> теоретическими и практическими знаниями по физической химии для решения вопросов, связанных с практической деятельностью в области различных технологий.</li> </ul> <p><b><u>Содержание разделов дисциплины:</u></b></p> <p>основы химической термодинамики, теория растворов, химические, адсорбционные и фазовые равновесия, элементы статистической термодинамики, химическая кинетика, катализ, электрохимия, элементы линейной термодинамики необратимых процессов.</p> <p><b><i>Реализуемые компетенции:</i></b></p> <p>ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6.</p> <p><b><i>Формы отчетности:</i></b></p> <p>5 семестр - зачет с оценкой, 2 контрольные работы; 6 семестр - экзамен, курсовая работа, контрольная работа; 7 семестр - экзамен, 2 контрольные работы.</p>

## Пояснительная записка

1. **Рабочая программа** составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля).

Целью дисциплины «Физическая химия» является формирование понимания студентами сущности химических и физических процессов на основе изучения основных естественнонаучных законов и практическое использование полученных знаний для решения конкретных научных и технических задач. Цель определяется федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата).

Задачи дисциплины (модуля):

- ознакомить обучающихся с представлениями о связи между химическими и физическими явлениями, основными законами, управляющими химическими процессами, и зависящими от условий их протекания и свойств участвующих веществ; проблемами, которыми занимается физическая химия;
- сформировать навыки в практическом использовании законов и решении задач;
- сформировать навыки проведения лабораторных исследований физико-химических процессов.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Физическая химия»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия комплексных соединений»:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Планируемые результаты обучения**

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; -методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; -термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;

			<p>- уравнения формальной кинетики;  - уравнения кинетики элементарных, сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций;  - основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа  - способы управления скоростями и направлениями химических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;  - определять направленность процесса в заданных начальных условиях;  - устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и двойных системах;  - определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;  - составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для простых реакций;  - прогнозировать влияние температуры на скорость процесса;  - применять современное оборудование и приборы при решении практических задач.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций в условиях постоянства давления или объема;  - навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре;  - навыками вычисления парциальных давлений и составов равновесных фаз в двухкомпонентных системах;</p> <p><b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b></p> <p><b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов в части, связанной с экспериментальными физико-химическими исследованиями.</p> <p><b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии в части физико-химических исследований.</p> <p><b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических физико-химических работ химической направленности в части..</p>
2.	ОПК-2. Способен	Компоненты компетенции	<b>Знать:</b>

	<p>проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью</p>	<p>- основные методы физико-химических исследований  <b>Уметь:</b>  - проводить выбор оптимального метода исследований  <b>Владеть:</b>  - проведением методики эксперимента с соблюдением техники безопасности;  - изучением фазовых диаграмм с применением термических методов;  - способами изучения скоростей реакций в различных условиях.  <b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b>  <b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности при проведении экспериментов  <b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик физико-химического анализа.  <b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на основе существующих методов физ.химии.  <b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов (термических свойств, определение удельной поверхности и пористости, размеров частиц и т.д.) с использованием серийного научного оборудования.</p>
<p>3.</p>	<p><b>ОПК-6.</b> Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью</p>	<p><b>Знать:</b>  - экспериментальные методы, используемые для решения задач физической химии  <b>Уметь:</b>  - обрабатывать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.  <b>Владеть:</b>  - методами представления полученных результатов.  <b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b>  <b>ОПК-6.1.</b> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.  <b>ОПК-6.2.</b> Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры с приложением к отчету.  <b>ОПК-6.3.</b> Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе, и требованиями оргкомитета соответствующей конференции, съезда и т.д. .  <b>ОПК-6.4.</b> Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и</p>

			английском языка.
--	--	--	-------------------

#### 4. Структура учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3\* - Распределение трудоемкости по формам обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 20 зачетных единиц, 720 часов.

Виды учебной нагрузки, часов	Номер семестра			Всего часов
	5	6	7	
Лекции	36	82	105	223
Практические занятия	18	36	72	126
Лабораторные работы	-	42	18	60
Самостоятельная работа студента	18	128	93	239
Подготовка и сдача экзамена	-	36	36	72
Всего часов по дисциплине	72	306	324	720

#### Формы промежуточного и текущего контроля

Экзамен	-	1	1	2
Зачет / зачет с оценкой	-/1	-	-	-/1
Курсовая работа (проект)	-	1	-	1
Количество контрольных работ	2	1	2	5
Количество рефератов	-	-	-	-

#### 5. Содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 4\* - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
		Очная форма			
		Объем работы в часах			
		Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>5 семестр</b>					
1.	Введение Предмет и составные части физической химии. Основные этапы развития физической химии как современной теоретической основы химии. Методы термодинамики, кинетики и квантовой химии в описании химических явлений. Роль полуэмпирических закономерностей в теории химии.	2	-	-	-

2.	Основы химической термодинамики	34	18	-	18
2.1	Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические переменные. Температура. Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы и их свойства. Уравнения состояния. Уравнение состояния идеального газа, газа Ван-дер-Ваальса. Теорема о соответственных состояниях и общая проблема уравнения состояния. Вириальные уравнения состояния. Теплота и работы различного рода. Работа расширения для различных процессов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплота сгорания. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.	18	12	-	10
2.2	Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Энтропия. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса и работа, потерянная в необратимом процессе. Обоснование второго начала термодинамики. Теорема Карно-Клаузиуса. Различные шкалы температур. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при различных процессах. Изменение энтропии изолированных процессов и направление процесса. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их свойства. Уравнения Максвелла. Использование уравнения Максвелла для вывода различных термодинамических соотношений. Связь между калорическими и термодинамическими переменными. Методы вычисления энтропии, внутренней энергии, энтальпии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его роль в химии. Работа и теплота химического процесса. Химические потенциалы, их определение, вы-	16	6	-	8

	числение и свойства. Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы. Химический потенциал идеального и неидеального газов. Метод летучести. Различные методы вычисления летучести из опытных данных.				
	<b>Всего в 5 семестре:</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>
<b>6 семестр</b>					
3.	Растворы. Фазовые равновесия	34	18	24	59
3.1	Различные способы выражения состава раствора. Основные направления развития теории растворов. Смеси идеальных газов. Термодинамические свойства идеальных газовых смесей и жидких растворов. Общее условие идеальности растворов. Термодинамические условия образования растворов. Парциальные молярные величины и их определение из опытных данных для бинарных систем. Уравнение Гиббса-Дюгема. Закон Рауля и его термодинамический вывод.	6	4		15
3.2	Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры затвердевания различных растворов. Криоскопический метод. Зонная плавка и ее практические применения. Осмотические явления. Уравнения Вант-Гоффа, его термодинамический вывод и область применимости. Общее рассмотрение коллигативных свойств растворов. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент.	8	6	-	<b>14</b>
3.3	Термодинамическая классификация растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные и их свойства. Термодинамическая теория фазовых равновесий. Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса и его вывод. Условия фазового равновесия.	8	-	-	<b>5</b>
3.4	Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы и диоксида углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его применение к различным фазовым переходам первого рода. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Физико-химические основы перегонки растворов, равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диа-	12	8	24	<b>25</b>

	грамм состояния. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропные смеси и их свойства. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.				
4	<b>Электрохимия</b>	48	18	18	<b>69</b>
4.1	<p>Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Определение теоретической электрохимии, ее разделы и связь с задачами прикладной электрохимии. Понятие электрохимического потенциала.</p> <p>Развитие представлений о строении растворов электролитов (Т. Гротгус, М. Фарадей, С. Аррениус, И.А. Каблуков). Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов в рамках модели Борна. Ион-дипольное взаимодействие как основное условие устойчивости растворов электролитов. Термодинамическое описание ионного взаимодействия.</p> <p>Понятия средней активности и среднего коэффициента активности; их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов. Основные допущения теории Дебая — Гюккеля. Потенциал ионной атмосферы.</p> <p>Уравнения для коэффициента активности в первом, втором и третьем приближении теории Дебая — Гюккеля. Современные представления о растворах электролитов.</p>	15	6	-	24
4.2	<p>Неравновесные явления в растворах электролитов. Потоки диффузии и миграции. Формула Нернста — Эйнштейна. Диффузионный потенциал. Удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша.</p> <p>Физические основы теории Дебая — Гюккеля — Онзагера; электрофоретический и релаксационный эффекты; эффекты Вина и Дебая — Фалькенгагена. Зависимость подвижности ионов от их природы, от природы растворителя, от температуры и концентрации раствора. Механизм электропроводности водных растворов кислот и щелочей.</p> <p>Электрохимический потенциал, его химическая и электростатическая составляющие. Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи. Связь ЭДС со свободной энергией Гиббса. Уравнения Нернста и Гиббса — Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала.</p> <p>Классификация электродов и электрохимических цепей. Определение коэффициентов активности</p>	15	6	6	25

	и чисел переноса на основе измерений ЭДС. Понятия поверхностного, внешнего и внутреннего потенциалов; разности потенциалов Гальвани и Вольта.				
4.3	<p>Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов. Электрокапиллярные явления; основное уравнение электрокапиллярности; уравнение Липпмана.</p> <p>Емкость двойного электрического слоя; причины ее зависимости от потенциала электрода. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. Модельные представления о структуре двойного слоя.</p> <p>Теория Гуи — Чапмена — Грэма; сходство и различия этой теории с теорией ионной атмосферы Дебая — Гюккеля. Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Стадии электродного процесса. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция и конвекция.</p> <p>Три основных уравнения диффузионной кинетики и общий подход к решению ее задач. Зависимость тока от потенциала в условиях медленной стационарной диффузии к плоскому электроду.</p> <p>Полярография. Уравнение для тока в теории замедленного разряда; ток обмена и перенапряжение. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя на примере электровосстановления ионов гидроксония и пероксидисульфата на ртутном электроде. Физический смысл энергии активации в условиях замедленного разряда.</p> <p>Сопряженные реакции в электрохимической теории коррозии. Методы защиты металлов от коррозии. Химические источники тока; их виды и основные характеристики.</p>	18	6	6	20
	<b>Всего в 6 семестре:</b>	<b>82</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>128</b>
	<b>7 семестр</b>				
5.	<b>Химические и адсорбционные равновесия</b>	12	8	-	10
5.1	<p>Закон действия масс. История его открытия и современная трактовка. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Химическая переменная. Химическое равновесие в идеальных и неидеальных системах. Термодинамический вывод закона действия масс.</p> <p>Изотерма Вант-Гоффа. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при химической реакции. Термодинамическая трактовка понятия о сродстве. Принцип Бертелло и область его применимости. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия</p>				

	<p>Гиббса и ее использование для расчета химических равновесий.</p> <p>Расчеты выхода продуктов химических реакций различных типов. Выходы продуктов при совместном протекании нескольких химических реакций.</p> <p>Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции, их термодинамический вывод. Использование различных приближений при расчетах химических равновесий при различных температурах.</p> <p>Гетерогенные химические равновесия и особенности их термодинамического описания.</p> <p>Явления адсорбции. Адсорбент. Адсорбат. Структура поверхности и пористость адсорбента. Вид адсорбции. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости. Адсорбция из растворов. Гиббсовская адсорбция.</p> <p>Полимолекулярная адсорбция, ее приближенное описание методом Брунауэра -Эммета-Теллера (БЭТ). Использование уравнение БЭТ для определения поверхности адсорбентов.</p>				
6.	<b>Химическая кинетика</b>	38	18	12	28
6.1	<p>Химическая кинетика – наука о скоростях и механизмах химических реакций. Несоответствие механизмов реакций и их стехиометрических уравнений. Механизм разложения <math>N_2O</math>, <math>N_2O_5</math>, синтеза <math>HBr</math> и <math>HI</math>. Основные понятия химической кинетики. Определение скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Определение константы скорости и порядка реакции. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции на примере реакции образования <math>HBr</math>. Молекулярность элементарных реакций.</p> <p>Кинетический закон действия масс и область его применимости. Составление кинетических уравнений для известного механизма реакции. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. Необратимые реакции первого, второго и третьего порядков. Определение константы скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции и вида кинетического</p>				

уравнения.

Сложные реакции. Принцип независимости элементарных стадий. Методы составления кинетических уравнений. Обратимые реакции первого порядка. Определение элементарных констант из опытных данных. Параллельные реакции. Последовательные реакции на примере двух необратимых реакций первого порядка.

Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов. Принцип квазистационарности Боденштейна и область его применимости. Цепные реакции. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Различные методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций. Применение метода стационарности для составления кинетических уравнений неразветвленных цепных реакций на примере образования HCl.

Разветвленные цепные реакции. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях на примере окисления водорода. Полуостров воспламенения. Период индукции. Зависимость скорости реакции на нижнем пределе воспламенения от диаметра сосуда и природы его поверхности. Применение метода квазистационарных концентраций для описания предельных явлений в окрестностях первого и второго пределов воспламенения. Тепловой взрыв и условия воспламенения на третьем пределе.

Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Определение кинетических постоянных для различных реакций первого порядка в реакторе идеального смешения. Макрокинетика. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций.

Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области; область внешней и внутренней диффузии). Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Поверхность потенциальной энергии для взаимодействия трех атомов водорода. Сопоставление результатов приближенных и точных расчетов поверхности потенциальной энергии.

Метод переходного состояния (активированного комплекса). Свойства активированного комплекса. Статистический рас-

	<p>чет константы скорости. Основные допущения теории активированного комплекса и область его применимости. Трансмиссионный коэффициент.</p> <p>Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Теория соударений в химической кинетике. Мономолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Область применимости полученных соотношений.</p> <p>Объяснение "повышенных" и "заниженных" значений предэкспоненциального множителя. Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана.</p> <p>Бимолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к бимолекулярным реакциям. Сопоставление результатов теории соударений и теории активированного комплекса.</p> <p>Тримолекулярные реакции. Применение теории активированного комплекса для описания тримолекулярных реакций с участием окиси азота. Теория соударений в применении к тримолекулярным реакциям. Сопоставление результатов обеих теорий.</p> <p>Реакции в растворах. "Клеточный эффект" и число соударений молекул в жидкостях. Роль явлений сольватации в химической кинетике.</p> <p>Фотохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Фотохимические активные частицы. Эксимеры, эксиплексы и их свойства. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Определение кинетических постоянных фотохимических реакций методом стационарных концентраций.</p>				
7.	<b>Катализ</b>	25	24	6	25
	<p>Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Основные промышленные каталитические процессы. Примеры механизмов каталитических процессов.</p> <p>Гомогенный катализ Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа. Функции кислотности Гаммета и их использование для вычисления скорости реакции и кинетиче-</p>				

	<p>ских постоянных. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа.</p> <p>Уравнение Бренстеда и его использование в кинетике каталитических реакций. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций. Уравнение Семенова в кинетике радикальных реакций. Специфический и общий основной катализ, нуклеофильный и электрофильный катализ.</p> <p>Твердые кислоты как катализаторы. Цеолиты и их свойства. Кислотно-основные катализаторы процессов переработки нефти. Бифункциональные катализаторы. Механизмы каталитического превращения углеводов.</p> <p>Катализ комплексными соединениями переходных металлов. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и механизмы. Каталитическое окисление этилена комплексными соединениями палладия.</p> <p>Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций. pH-зависимость кинетических постоянных. Субстратная специфичность ферментов. Активные и адсорбционные центры ферментов. Общие сведения о механизмах ферментативных реакций.</p> <p>Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность. Явления отравления катализаторов. Активность и селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Энергия активации каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов. Нанесенные катализаторы.</p> <p>Металлы как катализаторы. Теория мультиплетов Баландина. Принцип геометрического и энергетического соответствия. Область применения теории мультиплетов. Нанесенные катализаторы. Теория активных ансамблей Кобозева.</p>				
8.	<b>Элементы статистической термодинамики</b>	26	18	-	26
8.1	<p>Механическое описание молекулярной системы. Фазовые G- и m - пространства. Функция распределения Максвелла – Больцмана. Ее использование для вычисления средних скоростей и энергий молекул в идеальных газах.</p> <p>Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Метод функций распределения для канонического и макроканонического ансамблей. Основные постулаты статистической термодинамики.</p>				

	<p>Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций – внутренней энергии, энтропии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса. Статистические расчеты энтропии. Формула Больцмана. Постулат Планка и абсолютная энтропия.</p> <p>Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная сумма по состояниям. Составляющие энтропии, внутренней энергии и теплоемкости, обусловленные поступательным движением. Формула Закура-Тетроде.</p> <p>Вращательная сумма по состояниям для жесткого ротатора. Составляющие для внутренней энергии, теплоемкости, энтропии, обусловленные вращательным движением.</p> <p>Орто- и параводород и их термодинамические свойства (“Замораживание” вращательной степени свободы на примере <math>H_2</math>. Зависимость вращательной теплоемкости <math>H_2</math> от температуры. Заторможенное вращение в многоатомных молекулах и сумма по состояниям для заторможенного вращения)</p> <p>Колебательная сумма по состояниям для гармонического осциллятора. Составляющие внутренней энергии, теплоемкости и энтропии, обусловленные колебательным движением. “Замороженные” колебательные степени свободы и их свойства. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики.</p> <p>Межмолекулярные взаимодействия. Статистическая термодинамика реальных систем. Конфигурационный интеграл для реального газа.</p> <p>Точечные дефекты кристаллических решеток. Вакансии. Междоузельные частицы. Равновесные и неравновесные дефекты решеток. Метод наибольшего слагаемого при вычислении суммы по состояниям для кристаллов с различными видами точечных дефектов. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание.</p>				
9.	<p><b>Элементы линейной термодинамики необратимых процессов</b></p>	4	4	-	4
	<p>Описание необратимых процессов в термодинамике. Потоки. Силы. Феноменологические законы для скоростей процессов. Открытые и закрытые системы. Необратимые процессы и производство энтропии. Зависимость</p>				

	<p>скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.</p> <p>Потоки при совместном воздействии нескольких сил. Соотношения взаимности Онзагера и их применения в линейной термодинамике необратимых процессов. Термодиффузия. Уравнение Чепмена-Энскога. Коэффициент термодиффузии и его определение на опыте.</p>				
	<b>Всего в 7 семестре:</b>	<b>105</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>93</b>
	<b>Итого:</b>	<b>223</b>	<b>126</b>	<b>60</b>	<b>239</b>

**Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий							Формы контроля
	Л	ЛР	ПЗ	КР	РГЗ	к/р	СРС	
ОПК-1	+	+	+	+	-	+	+	Опрос на лекции. Решение задач на ПЗ, защита выводов ЛР, КР
ОПК-2	+	+	+	+	-	+	+	Опрос на лекции. Решение задач на ПЗ, защита выводов ЛР, КР
ОПК-6	+			+			+	Опрос на лекциях, защита выводов КР

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия, КР – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СРС – самостоятельная работа студентов

**Таблица 6\* - Перечень лабораторных работ**

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов	№ темы по Таблице 4
1	2	3	4
<b>6 семестр</b>			
1.	Изучение равновесий в системе жидкость-жидкость с ограниченной растворимостью	6	3
2.	Изучение диаграммы плавкости системы $KNO_3 - CsNO_3$ (эвтектического типа) на лабораторной установке для термографических исследований	6	3
3.	Изучение диаграммы плавкости системы $KNO_3 - CsNO_3$ с использованием прибора STA 409 PC для синхронного термического анализа.	6	3
4.	Изучение растворимости в системе $KNO_3 - KCl - H_2O$ (система эвтонического типа)	6	3
5.	Напряжение электролитической ячейки.	6	4
6.	Изучение катодного процесса восстановления меди из сернокислотного электролита.	6	4

7	Выход потоку и удельный расход электроэнергии при электроосаждении металлов.	6	4
	<b>Всего в 6 семестре:</b>	<b>42</b>	
	<b>7 семестр</b>		
1.	Определение частного порядка по иодид-иону в реакции окисления $Fe^{+3} + J^- \rightarrow Fe^{+2} + \frac{1}{2} J_2$ .	6	6
2.	Определение частного порядка по $Fe^{+3}$ и общего порядка реакции $Fe^{+3} + J^- \rightarrow Fe^{+2} + \frac{1}{2} J_2$	6	6
3.	Изучение каталитического разложения пероксида водорода на интерметаллиде CoFe.	6	7
	<b>Всего в 7 семестре:</b>	<b>18</b>	
	<b>Всего:</b>	<b>60</b>	

\* В соответствии с Договором о сетевой форме реализации образовательных программ от 30.08.2019 № 1 ФИЦ КИЦ РАН предоставляет свою материально-техническую базу для оказания информационно-консультационных услуг согласно перечню лабораторных работ

**Таблица 7- Перечень практических работ**

№ п/п	Наименование практических работ	Кол-во часов	№ темы по Таблице 4
1	2	3	4
	<b>5 семестр</b>		
1.	Уравнения состояния. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	2	2
2.	Первый закон термодинамики. Закон Гесса и его следствия.	4	2
3.	Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа.	4	2
4.	Энтропия как функция состояния. Методы расчета изменения энтропии в различных процессах.	4	2
5.	Методы расчета характеристических функций.	4	2
	<b>6 семестр</b>		
6.	Способы выражения концентраций и взаимный их пересчет	2	3
7.	Вычисление парциальных молярных величин	2	3
8.	Закон Рауля. Расчет относительного понижения давления пара над раствором.	2	3
9.	Повышение температуры кипения раствора	2	3
10.	Понижение температуры замерзания раствора.	2	3
11.	Осмотическое давление растворов.	4	3
12.	Решение технологических задач с использованием диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных систем.	4	3
13.	Средняя ионная активность. Ионная моляльность. Первое приближение теории Дебая-Гюккеля.	2	4
14.	Форма записи гальванического элемента. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал.	2	4
15.	Удельная электропроводность. Эквивалентная электропроводность. Предельная электропроводность.	2	4
16.	Уравнение Аррениуса. Закон разведения Оствальда.	2	4
17.	Абсолютная подвижность иона. Подвижность иона.	2	4

	Предельная подвижность иона.		
18.	Закон Кольрауша. Закон Стокса. Правило Вальдена-Писаржевского.	2	4
17.	Электродвижущая сила гальванического элемента (ЭДС). Стандартная ЭДС. Температурный коэффициент ЭДС.	4	4
18.	Полярография.	2	4
	<b>Всего в 6 семестре:</b>	<b>36</b>	
	<b>7 семестр</b>		
19.	Закон действующих масс. Расчет констант равновесия химических реакций по стандартной энергии Гиббса.	2	5
20.	Зависимость констант равновесия от температуры.	2	5
21.	Расчет выхода продуктов реакции	4	5
22.	Определение скорости реакции	4	6
23.	Кинетические кривые	4	6
24.	Составление кинетических уравнений для известного механизма реакций	4	6
25.	Определение константы скорости реакции	4	6
26.	Зависимость константы скорости реакции от температуры	2	6
27.	Определение времени полураспада для реакций разных порядков.	2	6
28.	Определение порядка реакции	2	6
29.	Механизмы каталитического превращения углеводов.	4	7
30.	Энергия активации каталитических реакций.	2	7
31.	Температурная зависимость кинетических постоянных	4	7
32.	Определение скорости гетерогенной каталитической реакции.	4	7
33.	Кинетика реакций кислотного катализа.	2	7
34.	Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса.	4	8
35.	Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы.	2	8
36.	Статистические расчеты энтропии. Формула Больцмана. Формула Закура-Тетроде. Поступательная сумма по состояниям.	4	8
37.	Вращательная сумма по состояниям.	2	8
38.	"Замораживание" вращательной степени свободы.	4	8
39.	Колебательная сумма по состояниям. "Замораживание" колебательной степени свободы.	2	8
40.	Расчет констант равновесия химических реакций методом статистической термодинамики.	2	8
41.	Межмолекулярные взаимодействия. Точечные дефекты кристаллических решеток.	4	8
42.	Соотношение взаимности Онзагера. Коэффициент термодиффузии.	2	8
	<b>Всего в 7 семестре:</b>	<b>72</b>	
	<b>Всего:</b>	<b>126</b>	

## 7. Перечень примерных тем курсовой работы (проекта)

1. Зависимость термодинамических функций от температуры: расчетные методы.
  2. Приближенные методы расчета стандартных энтропий неорганических веществ.
  3. Приближенные методы расчета термодинамических параметров реакций образования из простых веществ при 298.15 К.
  4. Кристаллизационное разделение нитратов натрия и калия при азотнокислотной переработке нефелина.
  5. Кристаллизационное концентрирование рубидия из поташных растворов нефелинового производства.
  6. Политермическое разделение соды и поташа в спекательной технологии переработки нефелина.
  7. Оценка возможности разделения хлоридов кальция и стронция при солянокислотном вскрытии лопарита и эвдиалита.
  8. Приближенные методы расчета стандартных энтропий неорганических веществ.
  9. Калориметрия. Устройство калориметра с изотермической оболочкой. Термохимические расчёты.
  10. Расчет зависимости термодинамических функций от температуры
- 

## 8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине\*

1. Скиба Г.С. Методические указания к лабораторным работам. Фазовые равновесия. 2013
2. Скиба Г.С. Методические указания выполнения практических работ. Растворы. Фазовые и химические равновесия. Химическая кинетика. 2013
3. Скиба Г.С. Методические указания к курсовым работам. Фазовые равновесия. 2013
4. Елизарова И. Р. Методические указания к лабораторным работам. Электрохимия. 2009
5. Скиба Г.С. Практикум по физической химии. Мурманск. МГТУ. 2008. 134 с.

## 9. Фонд оценочных средств

ФОС входит в состав образовательной программы в качестве самостоятельного документа.

## 10. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### Основная литература

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учебник для химических специальностей вузов / Под ред. А.Г. Стромберга. — 7-е издание, стереотипное — М.: Высшая школа, 2015. — 527 с: ил
2. Краснов К.С. и др. Физическая химия, Т.1,2. М.: Высшая школа. 2014.
3. Артемов А.В. Физическая химия. Учебник (бакалавриат). М.: Академия. 2013.
4. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия. 2008.
5. Кругляков П.М., Хаскова Т.Н. Физическая и коллоидная химия. М: Высш. школа. 2007.

### Дополнительная литература

1. Электрохимия и химическая кинетика. Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов,

---

\*В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.

Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов ; Казань : Издательство КНИТУ, 2014. – 371 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=427844&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427844&sr=1)

2. Химическая кинетика: Теория и практика / Г.Е. Заиков, О.В. Стоянов, А.М. Кочнев, С.С. Ахтямова ; Казань : Издательство КНИТУ, 2013. – 80 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=258758&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258758&sr=1)

3. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия : учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/58166/#1>

## **11. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)\***

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (Договор № 530-10/18 от 01.11.2018 г. ООО «Современные цифровые технологии», с 16.11.2018 г. по 15.11.2019 г.),

ЭБС «Издательства Лань» (Договор № 19/85 от 12 сентября 2018 г. ООО «ЭБС Лань», с 02.10.2018 г. по 01.10.2019 г., Договор № 19/159 от 28 мая 2019 г. ООО «Издательство Лань», с 02.10.2019 г. по 01.10.2020 г.),

ЭБС «Консультант студента» (Договор № 100 СЛ/03-2018 от 20 марта 2018 г. ООО «Политехресурс», с 21.04.2018 г. по 20.04.2019 г., Договор № 19/37 от 11.03.2019 г. ООО «Политехресурс», с 21.04.2019 г. по 20.04.2020 г.),

ЭБС «IPR books» (Лицензионный договор № 3768 18 от 15.03.2018 г. ООО «Ай Пи Эр Медиа», с 20.04.2018 г. до 20.04.2019 г., Лицензионный договор № 4979/ 19 от 01.04.2019 г. ООО «Ай Пи Эр Медиа», с 20.04.2019 г. до 20.04.2020 г.),

ЭБС «Троицкий мост» (Договор № 19/38 от 11 марта 2019 г. ООО «Издательско-торговая компания дом «Троицкий мост», с 01.04.2019 г. по 31.03.2020 г.),

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (Договор № 101/НЭБ/2370 от 09.08.2017 г., с 09.08.2017 г. по 08.08.2022 г.),

Электронная база данных «EBSCO» (Сублицензионный договор № 45.49/19.85 от 09.01.2019 г. ООО ЦНИ НЭИКОН, с 01.01.2019 г. по 31.12.2019 г.).

---

## **12. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем\*.**

1 Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)

2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)

3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

---

**Таблица 8 - Материально-техническое обеспечение дисциплины**

№ п./п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Помещение № 105	Укомплектовано специализированной мебелью и техниче-

---

\*Перечень лицензионного программного обеспечения в обязательном порядке согласовывать с Управлением информатизации.

	<p>Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.</p> <p>г. Апатиты, Академгородок, д. 50а.</p>	<p>скими средствами обучения, служащими для представления учебной информации обучающимся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учебные столы – 9 шт.;</li> <li>- письменные столы – 2 шт.;</li> <li>- стеллаж для книг – 1 шт.;</li> <li>- доска аудиторная – 1 шт.;</li> <li>- оверхед – 1 шт.;</li> <li>- проекционный экран – 1 шт.;</li> <li>- ноутбук <i>Lenovo B50-30</i> – 1 шт.;</li> <li>- мультимедийный DLP-проектор – 1 шт.;</li> <li>- учебно-наглядные пособия.</li> </ul> <p>Посадочных мест – 18.</p>
2.	<p><b>Помещение № 109</b></p> <p>Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.</p> <p>г. Апатиты, Академгородок, д. 50а.</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации обучающимся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учебные столы – 9 шт.;</li> <li>- письменный стол – 2 шт.;</li> <li>- стеллаж для книг – 1 шт.;</li> <li>- доска аудиторная – 1 шт.;</li> <li>- оверхед – 1 шт.;</li> <li>- проекционный экран – 1 шт.;</li> <li>- ноутбук <i>Lenovo B50-30</i> – 1 шт.;</li> <li>- мультимедийный DLP-проектор – 1 шт.;</li> <li>- учебно-наглядные пособия.</li> </ul> <p>Посадочных мест – 18.</p>
3.	<p><b>Помещение № 111</b> <b>Лаборатория химии</b></p> <p>Помещение для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, самостоятельной работы, текущего контроля. г. Апатиты, Академгородок, д. 50а</p>	<p>Укомплектовано оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей), в том числе имеется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лабораторная установка для проведения термического анализа;</li> <li>- оригинальные устройства для изучения равновесий в водно-солевых многокомпонентных системах при различных температурах;</li> <li>- оборудование для изучения кинетики процессов;</li> <li>- гальвано-потенциостатическая установка для изучения электрохимических процессов;</li> <li>- иономер лабораторный И-160М;</li> <li>- кондуктометр;</li> <li>- баня термостатирующая ТЖ-ТБ-01;</li> <li>- насос вакуумный;</li> <li>- рН-метр-иономер;</li> <li>- ИСЭ;</li> <li>- плита электрическая;</li> <li>- фотометр фотоэлектрический КФК.</li> <li>- аналитические весы;</li> <li>- установки для количественного анализа;</li> <li>- вискозиметр;</li> <li>- рефрактометр.</li> </ul> <p>Посуда лабораторная стеклянная, стеклоуглеродная, платиновая.</p> <p>Реактивы химические (кислоты, основания, соли).</p>
4.	<p><b>Помещение № 210</b> <b>Компьютерный класс</b></p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления</p>

<p>Специальное помещение для проведения практических занятий и самостоятельной работы обучающихся.</p> <p>г. Апатиты, Академгородок, д. 50 а</p>	<p>информации, мультимедийным оборудованием: DLP-проектор, проекционный экран, ПЭВМ Intel Pentium G4400 3.3 GHz с ЖК-монитором 19”, объединенными в локальную вычислительную сеть с доступом к интернету, электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета и предназначено для самостоятельной работы обучающихся – 12 шт.;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- компьютерные столы – 12 шт;</li> <li>- учебные столы – 10 шт.;</li> <li>- стол письменный – 1 шт.;</li> <li>- доска аудиторная – 1 шт.;</li> <li>- кафедра – 1 шт;</li> <li>- проекционный экран – 1 шт.;</li> <li>- ноутбук Lenovo B50-30 – 1 шт.;</li> <li>- мультимедийный DLP-проектор – 1 шт.</li> </ul> <p>Посадочных мест – 12 (компьютерные столы), 20 (учебные столы).</p> <p>Персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета со специализированным программным обеспечением:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Операционная система Windows Professional 8.1 Russian Upgrade OLP NL AcademicEdition, лицензия № 64570101 от 26.12.2014 (договор S4093290 от 20.12.2014 г.).</li> <li>2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 42024925 от 04.11.2007 (договор 32/224 от 14.07.2009 г.).</li> <li>3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.).</li> <li>4. Statsoft STATISTICA Advanced 10 for Windows Ru (лицензия от 28.09.2012).</li> <li>5. MathCAD Education (лицензия № 2689694 от 13.09.2012).</li> <li>6. ArcGIS ArcInfo Lab Pack Desktop 10 (договор № 18-02-11 от 01.12.2011).</li> <li>7. CorelDRAW Graphics Suite X5, лицензия № 4087619 от 20.12.2011 (договор № MAV-030/11 от 30.11.2011).</li> <li>8. Autodesk Autocad Revit Series 8.1 (акт передачи-приемки ПО с МГТУ).</li> <li>9. Adobe Photoshop Extended CS5 12.0, лицензия № 8085097 (договор 134136735 от 15.11.2010).</li> <li>10. ScanEx Image Processor с модулем Thematic Pro (договор № 15/1203-ПО от 03.12.2015).</li> </ol>
--	--

**Таблица 9 - Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация – 5 семестр - зачет с оценкой; 6, 7 семестры - экзамен)**

Дисциплина «Физическая химия»

**5 семестр**

	Контрольные точки	Зачетное количество баллов	График прохождения (недели сдачи)
--	-------------------	----------------------------	-----------------------------------

		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	Практические занятия/семинары	30	40	По расписанию
	Выполнение одной пр/р в срок – 8 баллов, не в срок – 6 баллов.			
2.	Контрольная работа	18	20	9 неделя
	Выполнение одной к/р в срок – 10 баллов, не в срок – 9 баллов.			
3.	Выполнение домашних заданий	6	10	в течение
4.	Посещение занятий	6	10	Свыше 75% посещенных занятий – 10, от 75 до 50% - 6, менее 50% - 0
	<b>ИТОГО</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Зачет с оценкой</b>	10	20	Экзаменационная сессия Оценка «5» - 20 баллов; Оценка «4» - 15 баллов; Оценка «3» - 10 баллов.
	<b>Итоговые баллы по дисциплине</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	69 и менее баллов – «неудовлетворительно»; 70-80 – «удовлетворительно»; 81-90 – «хорошо»; 91-100 – «отлично».

### 6 семестр

	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	Выполнение лабораторных работ	17,5	21	По расписанию
	Выполнение одной л/р в срок – 3 балла, не в срок – 2,5 баллов.			
2.	Практические занятия/семинары	15	22,5	По расписанию
	Выполнение одной пр/р в срок – 1,5 балла, не в срок – 1 балл.			
3.	Курсовой проект (работа)	13,5	16,5	13 неделя
4.	Контрольная работа	9	10	8 неделя
5.	Посещение занятий	5	10	Свыше 75% посещенных занятий – 10, от 75 до 50% - 5, менее 50% - 0
	<b>ИТОГО</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Экзамен</b>	10	20	Экзаменационная сессия Оценка «5» - 20 баллов; Оценка «4» - 15 баллов; Оценка «3» - 10 баллов.
	<b>Итоговые баллы по дисциплине</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	69 и менее баллов – «неудовлетворительно»;

				70-80 – «удовлетворительно»; 81-90 – «хорошо»; 91-100 – «отлично».
--	--	--	--	--

**7 семестр**

	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	Выполнение лабораторных работ	12	15	По расписанию
	Выполнение одной л/р в срок – 5 баллов, не в срок – 4 балла.			
2.	Практические занятия/семинары	24	36	По расписанию
	Выполнение одной пр/р в срок – 1,5 балла, не в срок – 1 балл.			
3.	Контрольные работы	18	20	9, 11 недели
	Выполнение одной к/р в срок – 10 баллов, не в срок – 9 баллов.			
4	Посещение занятий	6	9	Свыше 75% посещенных занятий – 9, от 75 до 50% - 6, менее 50% - 0
	<b>ИТОГО</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
5	Экзамен	10	20	Экзаменационная сессия Оценка «5» - 20 баллов; Оценка «4» - 15 баллов; Оценка «3» - 10 баллов.
	<b>Итоговые баллы по дисциплине</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	69 и менее баллов – «неудовлетворительно»; 70-80 – «удовлетворительно»; 81-90 – «хорошо»; 91-100 – «отлично».
	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	Выполнение лабораторных работ	7,5	9	По расписанию
	Выполнение одной л/р в срок – 3, не в срок – 2,5 балла.			
2.	Практические занятия/семинары	36	48	По расписанию
	Выполнение одной пр/р в срок – 2, не в срок – 1,5 балла.			
3.	Контрольные работы	18	20	9, 11 недели
	Выполнение одной к/р в срок – 10 баллов, не в срок – 9 баллов.			
4	Посещение занятий	6	11	Свыше 75% посещенных занятий – 11, от 75 до 50% - 6, менее 50% -

				0
	<b>ИТОГО</b>	60	80	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	Экзамен	10	20	<p>Экзаменационная сессия</p> <p><i>Оценка «5» - 20 баллов;</i></p> <p><i>Оценка «4» - 15 баллов;</i></p> <p><i>Оценка «3» - 10 баллов.</i></p>
	<b>Итоговые баллы по дисциплине</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<p>69 и менее баллов – «неудовлетворительно»;</p> <p>70-80 – «удовлетворительно»;</p> <p>81-90 – «хорошо»;</p> <p>91-100 – «отлично».</p>