	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе

\_\_\_\_\_ А.А. Куркин

«29» июня 2022 г

**Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Область науки:	<u>1. Естественные науки</u>
Группа научных специальностей:	<u>1.4. Химические науки</u>
Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:	<u>химические науки</u> <u>технические науки</u>
Научная специальность	<u>1.4.4. Физическая химия</u>

Форма обучения  
\_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Нижний Новгород 2022

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» для аспирантов специальности 1.4.4 «Физическая химия»/авт. Т.Н. Соколова – Нижний Новгород: НГТУ, 2022. - 18 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Физическая химия» аспирантам очной формы обучения по специальности 1.4.4 «Физическая химия».

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:


1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 1.4.4 «Физическая химия», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.4 «Физическая химия».
4. Программа кандидатского экзамена по специальности 1.4.4 «Физическая химия».

Автор Соколова Т.Н. Соколова  
(подпись)

29 марта 2022 г.


© Соколова Т.Н., 2022

© ФГБОУ ВО НГТУ, 2022

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр
1 Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.....	4
3 Структура и содержание дисциплины (модуля).....	4
3.1 Структура дисциплины (модуля).....	5
3.2 Содержание дисциплины (модуля).....	5
3.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....	5
3.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля).....	6
3.3 Практические занятия (семинары).....	10
3.4 Лабораторные работы.....	10
3.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины	10
4 Образовательные технологии.....	11
5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	12
6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...	13
6.1 Основная литература.....	13
6.2 Дополнительная литература.....	14
6.3 Периодические издания.....	14
6.4 Интернет-ресурсы.....	15
6.5 Нормативные документы.....	15
6.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта	16
7 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	16
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	17
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины .....	18

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины:** формирование и развитие у аспирантов знаний и умений, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области физической химии на основе углубленного изучения законов и основных положений физической химии, а также физико-химических методов анализа.

### Задачи:

- формирование навыков и умений в применении основных законов и теоретических положений физической химии в решении научных и практических вопросов;
- изучение основных физико-химических методов анализа, основанных на положениях и закономерностях физической химии, применяемых в данной области;
- освоение ключевых подходов к исследованию объектов физической химии (химические реакции, фазовые переходы, строение вещества и др.)

## 2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры


Дисциплина (модуль) «Физическая химия» включена в блок обязательных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования (магистратура, специалитет).

Наименование блока	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудовоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
		Зачетные единицы	Часы			
			Общая	В том числе		
				Аудиторная	СРО	
Обязательная дисциплина	6	3	108	24	84	Экзамен

## 3 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудовоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>

### 3.1 Структура дисциплины (модуля)


Дисциплина преподается в 6 семестре.

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Физическая химия	108	24	24	-	-	-	84	Экзамен

### 3.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов.	3	-	-	-	12
2	Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях	3	-	-	-	12
3	Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия. Компьютерное моделирование строения, свойств и спектральных характеристик молекул и их комплексов в простых и непростых жидкостях, а также ранних стадий процессов растворения и зародышеобразования	3	-	-	-	12
4	Изучение физико-химических свойств изолированных молекул и молекулярных соединений при воздействии на них внеш-	3	-	-	-	12

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>

	них электромагнитных полей, потока заряженных частиц, а также экстремально высоких/низких температурах и давлениях.					
5	Химические превращения, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах.	4	-	-	-	12
6	Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация	4	-	-	-	12
7	Динамика элементарного акта химических реакций. Механизмы реакции с участием активных частиц. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции	4	-	-	-	12
ИТОГО:		24	-	-	-	35

### 3.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов.	Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Теорема о соответственных состояниях. Вириальные уравнения состояния. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Энтропия и её изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно – Клаузиуса. Различные шкалы температур. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Работа и теплота химическо-	Лекции

**ННТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-22

**Рабочая программа дисциплины  
«Физическая химия»**

		го процесса. Химические потенциалы. Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изоэнтальпии химической реакции. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и её использование для расчетов химических равновесий. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса – Коновалова. Азеотропные смеси. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавления трехкомпонентных систем.	
2	Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях	Адсорбент, адсорбат. Виды адсорбции. Структура поверхности и пористость адсорбента. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Динамический характер адсорбционного равновесия. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра. Адсорбция из растворов. Уравнение Брунауэра – Эмета – Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции. Определение площади поверхности адсорбента. Хроматография, различные её типы (газовая, жидкостная, противоточная и др.). Свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение, избыточные термодинамические функции поверхностного слоя. Изменение поверхностного натяжения на границе жидкость – пар в зависимости от температуры. Связь свободной поверхностной энергии с теплотой сублимации (правило Стефана), модулем упругости и другими свойствами вещества. Эффект Ребиндера: изменение прочности и пластичности твердых тел вследствие снижения их поверхностной энергии. Капиллярные явления. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц (закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха). Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей, структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.	Лекции
3	Теория растворов, межмолекулярные	Способы выражения состава растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление	Лекции


**НГТУ****Рабочая программа дисциплины****СК-РП-15.1-04-22****Рабочая программа дисциплины  
«Физическая химия»**

	и межчастичные взаимодействия. Компьютерное моделирование строения, свойств и спектральных характеристик молекул и их комплексов в простых и непростых жидкостях, а также ранних стадий процессов растворения и зародышеобразования	насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричная и несимметричная системы отсчета. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Зонная плавка. Осмотические явления. Парциальные молярные величины, их определение для бинарных систем. Уравнение Гиббса – Дюгема. Функция смещения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства. Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие, как основной процесс, определяющий устойчивость растворов электролитов. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов. Основные положения теории Дебая – Хюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Термодинамика гальванического элемента. Электродвижущая сила, её выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Уравнения Нернста и Гиббса – Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала. Определение коэффициентов активности на основе измерений ЭДС гальванического элемента. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.	
4	Изучение физико-химических свойств изолированных молекул и молекулярных соединений при воздействии на них внешних электромагнитных полей, потока заряженных частиц, а также экстремально высоких/низких температурах и давлениях.	Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы. Микро- и макросостояния химических систем. Фазовые Г- и $\mu$ -пространства. Эргодическая гипотеза.	Лекции
5	Химические пре-	Термодинамическая вероятность и её связь с энтропией.	Лекции





	вращения, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах.	Распределение Максвелла – Больцмана. Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Микроканоническое и каноническое распределения. Расчет числа состояний в квазиклассическом приближении. Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций. Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная, вращательная, электронная и колебательная суммы по состояниям. Статистический расчет энтропии. Постулат Планка и абсолютная энтропия. Приближение «жесткий ротатор – гармонический осциллятор». Составляющие внутренней энергии, теплоёмкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики. Статистическая термодинамика реальных систем. Потенциалы межмолекулярного взаимодействия и конфигурационный интеграл для реального газа. Распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака. Вырожденный идеальный газ. Электроны в металлах. Уровень Ферми. Статистическая теория Эйнштейна идеального кристалла, теория Дебая. Точечные дефекты кристаллических решеток. Равновесные и неравновесные дефекты. Вычисление сумм по состояниям для кристаллов с различными точечными дефектами. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание. Основные положения термодинамики неравновесных процессов. Локальное равновесие. Флуктуации. Функция диссипации. Потоки и силы. Скорость производства энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Соотношения взаимности Онсагера. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина. Термодиффузия и её описание в неравновесной термодинамике. Уравнение Чепмена – Энскога.	
6	Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация	Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Реакции переменного порядка. Кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна – Тёмкина. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных	Лекции

	<b>НГТУ</b>	
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>	
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»	

		цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях. Полуостров воспламенения, период индукции. Тепловой взрыв. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Колебательные реакции. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии). Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы её определения.	
7	Динамика элементарного акта химических реакций. Механизмы реакции с участием активных частиц. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции.	Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул. Обмен энергией (поступательной, вращательной и колебательной) при столкновениях молекул. Время релаксации в молекулярных системах. Теория активных столкновений. Сечение химических реакций. Формула Траутца – Льюиса. Расчет предэкспоненциального множителя по молекулярным постоянным. Стерический фактор. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Путь и координата реакции. Статистический расчет константы скорости. Энергия и энтропия активации. Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости. Различные типы химических реакций. Мономолекулярные реакции в газах, схема Линдемана – Христиансена. Теория РРКМ. Бимолекулярные и тримолекулярные реакции, зависимость предэкспоненциального множителя от температуры. Реакции в растворах, влияние растворителя и заряда реагирующих частиц. Клеточный эффект и сольватация. Фотохимические и радиационнохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Эксимеры и эксиплексы. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон Эйнштейна – Штарка.	Лекции

### 3.3 Практические занятия


Учебным планом не предусмотрено.

### 3.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 3.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Физическая химия» составляет 84 часа.

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>

В ходе самостоятельной работы аспирант:


- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Экспериментально-теоретическое определение энергетических и структурно-динамических параметров строения молекул и молекулярных соединений, а также их спектральных характеристик	21
2	Создание и разработка методов компьютерного моделирования строения и механизмов превращений химических соединений на основе представлений квантовой механики, различных топологических и статистических методов, включая методы машинного обучения, методов молекулярной механики и молекулярной динамики, а также подходов типа структура-свойства.	21
3	Получение методами квантовой химии и компьютерного моделирования данных об электронной структуре, поверхностях потенциальной и свободной энергии, реакционной способности и динамике превращений химических соединений, находящихся в различном окружении, в том числе в кластерах, клатратах, твердых и жидкокристаллических матрицах, в полостях конденсированных сред и белковом окружении.	21
4	Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов	21
ИТОГО:		84

#### 4 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Физическая химия» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

## 5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Отлично	полный грамотный ответ по всем трем вопросам, содержащий примеры, в том числе соответствующие теме научно-исследовательской деятельности соискателя.
Хорошо	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнения по одному из заданных вопросов; б) при наличии одного - двух недочетов; в) допущена одна негрубая ошибка.
Удовлетворительно	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнений по всем вопросам; б) допущена грубая ошибка; в) при наличии более двух недочетов; г) на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы, но отсутствуют примеры, иллюстрирующие соискателем понимание сути вопросов.
Неудовлетворительно	а) неправильные ответы на два и более вопросов билета; б) когда число ошибок превосходит норму, при которой может быть выставлена положительная оценка.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

### *Образцы оценочных средств*

#### *для проведения текущего контроля в виде тестов*

##### *Тесты к разделу 1:*

**Вопрос 1:** Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций.

**Вопрос 2:** Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Двухкомпонентные системы. Виды диаграмм состояния двухкомпонентных систем.

##### *Тесты к разделу 2:*


**Вопрос 1:** Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра. Адсорбция из растворов. Уравнение Брунауэра – Эмета – Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции.

**Вопрос 2:** Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц (закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха).

##### *Тесты к разделу 3:*

**Вопрос 1:** Коэффициенты активности и их определение.

**Вопрос 2:** Коллигативные свойства растворов

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

#### **Тесты к разделу 4:**

**Вопрос 1:** Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы.

**Вопрос 2 :** Фазовые Г- и  $\mu$ -пространства.

#### **Тесты к разделу 5:**

**Вопрос 1:** Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций.

**Вопрос 2:** Основные положения термодинамики неравновесных процессов.

#### **Тесты к разделу 6:**

**Вопрос 1:** Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции.

**Вопрос 2:** Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы её определения.

#### **Тесты к разделу 7:**


**Вопрос 1:** Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул.

**Вопрос 2:** Реакции в растворах, влияние растворителя и заряда реагирующих частиц.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература**

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1.	2	3	4	5	6
1	Касаткина И.В., Прохорова Т.М., Федоренко Е.В..	Физическая химия	М. : РИОР, 2016. - 250 с.	Уч. пособие, гриф УМО	3
2	Тимакова Е.В., Турло Е.М., Уваров Н.Ф.	Физическая химия. Химическая термодинамика	Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 165с.	Уч. пособие, гриф УМО	10
3	Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г..	Физическая химия	М.: Юрайт, 2014. 341 с.	Учебник для высшей школы	15
4	Карташов В.Р.	Физическая химия. Избранные главы	НГТУ им.Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород,	Уч. пособие, гриф Ученого совета НГТУ	100

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>


			2018. - 225 с.		
5	Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А	Основы физической химии	М.: Лаборатория знаний, 2021. – 624 с.	Учебник для высшей школы	1 На кафедре

## 6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библ-ке
1	К. С. Краснов	Физическая химия : Учебник: В 2-х кн. Кн.1 : Строение вещества. Термодинамика	М. : Высш.шк., 2001	Учебник для вузов	65
2	Байрамов В.М.	Химическая кинетика и катализ. Примеры и задачи с решениями	М. : Академия, 2003	Учебное пособие, Совет по химии УМО	25
3	Салем Р.Р.	Физическая химия. Начала теоретической электрохимии	М. : УРСС; КомКнига, 2005	Учебное пособие, Совет по химии УМО	30
4	Карташов В.Р., Соколова Т.Н., Калинина А.А.	Физическая химия растворов	НГТУ им.Р.Е.Алексева.- Н. Новгород, 2016. - 137 с.	Уч. пособие, гриф Ученого совета НГТУ	100

## 6.3 Периодические издания

- Журнал органической химии
- Химия гетероциклических соединений
- Журнал общей химии
- Журнал структурной химии
- Известия вузов. Химия и химическая технология.
- Журнал прикладной химии
- Известия Академии наук. Серия химическая.
- Неорганические материалы

	<b>НИТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>

- Journal Organic Chemistry
- Journal American Chemical Society
- International Journal of Quantum Chemistry
- Applied catalysis B. Environmental
- Journal of American chemical society
- RSC Advances
- RSC Catalysis Science & Technologies
- Journal of membrane science
- Plasma chemistry & plasma processing


#### 6.4 Интернет-ресурсы

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgash.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgash.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл. с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.*
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.*
8. *Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.*

#### 6.5 Нормативные документы

- Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
- Паспорт научной специальности 1.4.4 «Физическая химия», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.



	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>

## 6.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.


Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционные занятия – мультимедийный класс, а1334, лекционная аудитория а. 1247, 1331	Мультимедийные средства: проекторы, настенные экраны, ноутбуки. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Операционная система Windows XP, Prof, S/P3 (Подписка DreamSpark Premium действительна до 31.12.2017)</li> <li>- MSOffice 2007 лиц №43847744 (бессрочная)</li> <li>- MS Access 2010 (Подписка DreamSpark Premium действительна до 31.12.2017).</li> <li>- MathCAD 14 (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2 бессрочно)</li> <li>- Matlab R2008a Лиц №527840</li> <li>- AutoCAD 2015 Серийный номер / ключ продукта 545-19358656 / 651G1</li> <li>- Visual Studio 2008 (Подписка DreamSpark Premium действительна до 31.12.2017)</li> <li>- Dr.Web (срок лиц. 2016-02-29 – 2017-04-27)</li> <li>- Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы (издательства «Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН»).</li> <li>- Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС) «МАРК-SQL 1.14», ЗАО «НПО «ИНФОРМ-СИСТЕМА» с 20 октября 2014 (Договор № 069/2014-А/О).</li> </ul>
Самостоятельная работа - залы электронных информационных ресурсов (Электронные классы) НТБ а.2210, 6119, 6162. Читальные залы а. 2202, 2203 - компьютерный класс ИВЦ а.1215	30 персональных компьютеров. Доступ к библиотечному фонду НГТУ. Доступ в Internet через локальную сеть 30 Мбит/с.	



	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»

## ЛИСТ согласования рабочей программы

Группа научных специальностей: 1.4 Химические науки

Научная специальность 1.4.4. Физическая химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Учебный год 2022 - 2023

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Нанотехнологии и биотехнологии»  
протокол № 5 от "29" марта 2022 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой «Нанотехнологии и биотехнологии»

к.х.н., доцент



А.А. Калинина

29.03.2022

подпись

расшифровка подписи

дата

Автор:

д.х.н., профессор



Т.Н. Соколова

29.03.2022

подпись

расшифровка подписи

дата

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации

к.т.н., доцент




Р.Ш. Бедретдинов

08.06.2022

подпись

расшифровка подписи

дата

	<b>НГТУ</b>
	<b>Рабочая программа дисциплины</b>
<b>СК-РП-15.1-04-22</b>	<b>Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»</b>

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учеб-  
ный год

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по научной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-  
ный учебный год

**СОГЛАСОВАНО:**

Декан ФСВК

\_\_\_\_\_  
наименование факультета (института, где реализуется данное направление)    личная подпись    расшифровка подписи    дата