

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от

## **Рабочая программа дисциплины**

### **СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**04.03.01 «Химия»**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Химия и материаловедение**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

**очная, очно-заочная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

## Лист актуализации

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

### Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
Протокол от \_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Строение вещества» относится к обязательной части цикла математических и естественно-научных дисциплин по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.О.02.05), осваивается студентами очной и очно-заочной форм обучения на первом году обучения в первом семестре.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимо обладать базовыми знаниями по разделам химии, преподаваемым в рамках школьной программы (неорганическая химия, органическая химия), а также владеть математическим аппаратом в рамках школьной программы.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее при дальнейшем изучении дисциплин «Квантовая механика и квантовая химия», «Кристаллохимия», «Физические методы исследования», «Радиохимия и радиоэкология».

Дисциплина предшествует изучению основных разделов химической науки и ставит своей целью формирование у студентов современных представлений в области природы химического взаимодействия и основ строения вещества.

**Целью дисциплины** является рассмотрение развития представлений о строении вещества от первых идей атомизма до теорий квантовой механики, освоение основных методов определения электронной и пространственной структуры молекул, анализ роли симметрии при рассмотрении структуры молекул и их некоторых свойств.

**Задачами дисциплины** состоят в получении студентами знаний основных современных концепций теоретической химии, знакомстве с используемыми современными терминами, характеризующими разные аспекты строения химических соединений, усвоении принципов познания строения химических соединений разных типов с помощью экспериментальных и расчетных методов, понимании связи факторов строения и среды с реакционной способностью веществ.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции |                                   | Наименование оценочного средства |
|--|---|-----------------------------------|----------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции*<br>(код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине |                                  |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <p>ОПК-3</p> <p>Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники</p>   | <p>ОПК-3.1.</p> <p>Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности</p>            | <p><i>Владеть приемами решения исследовательских задач химической направленности</i></p> <p><i>Уметь использовать приобретенные знания, умения и навыки для решения задач химической направленности</i></p> <p><i>Знать теоретические основы теории строения атома Бора- Резерфорда, метода отталкивания электронных пар валентной оболочки (метода Гиллеспи), квантовой механики, теории поля лигандов и теории кристаллического поля.</i></p>   | <p>Устный опрос, контрольная работа, экзамен</p> |
|   | <p>ОПК-3.2</p> <p>Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности</p>                | <p><i>Владеть навыками работы со стандартным программным обеспечением при решении задач химической направленности</i></p> <p><i>Уметь получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современного программного обеспечения</i></p> <p><i>Знать современные подходы к статистической обработке полученных результатов</i></p>  |  |
| <p>ОПК-4</p> <p>Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p> | <p>ОПК-4.1.</p> <p>Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности</p> | <p><i>Владеть основной терминологией курса (атом, молекула, нуклоны, изотопы, изотоны, изобары, ядерные изомеры, дефект масс, энергия связи, радиоактивность, спектр, стерическое число, лиганд, волновая функция, длина волны де Бройля, радиус Боровской орбиты, молекулярная орбиталь, квантовое число)</i></p> <p><i>Уметь использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире</i></p> <p><i>Знать основные теоретические и фундаментальные законы, а также их потенциальное применение в различных областях химии для решения качественных и количественных задач</i></p> | <p>Устный опрос, контрольная работа, экзамен</p> |
|   | <p>ОПК-4.2.</p> <p>Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик</p>          | <p><i>Владеть навыками обработки данных с последующей интерпретацией полученных результатов</i></p> <p><i>Уметь исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта при помощи аппроксимации</i></p> <p><i>Знать фундаментальные основы математики и физики для решения задач</i></p>   |  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | ОПК-4.3.<br>Интерпретирует<br>результаты<br>химических<br>наблюдений с<br>использованием<br>физических законов<br>и представлений | <i>Владеть навыками предоставления<br/>полученных результатов химических<br/>наблюдений</i><br><br><i>Уметь применять знания в области физики,<br/>математики и химии для описания<br/>наблюдаемых явлений</i><br><br><i>Знать границы применимости физических<br/>законов и представлений для<br/>интерпретации полученных результатов</i> |  |
|--|---|---|--|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|   | очная форма<br>обучения | очно-заочная форма<br>обучения |
|---|-------------------------|--------------------------------|
| Общая трудоемкость                      | 5                       | 5                              |
| Часов по учебному плану                 | 180                     | 180                            |
| в том числе                             |                         |                                |
| аудиторные занятия (контактная работа): |                         |                                |
| - занятия лекционного типа              | 48                      | 32                             |
| - занятия семинарского типа             | 32                      | 32                             |
| КСРИФ                                   | 2                       | 2                              |
| самостоятельная работа                  | 62                      | 78                             |
| Промежуточная аттестация -экзамен       | 36                      | 36                             |

#### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины  | Всего (часы) |              | в том числе  |              |                           |              |       |              |   |              |
|--|--------------|--------------|--|--------------|---------------------------|--------------|-------|--------------|---|--------------|
|  |              |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |              |                           |              |       |              | Самостоятельная работа обучающегося, часы |              |
|  |              |              | Занятия лекционного типа   |              | Занятия семинарского типа |              | Всего |              |   |              |
|  | Очная        | Очно-заочная | Очная  | Очно-заочная | Очная                     | Очно-заочная | Очная | Очно-заочная | Очная                                     | Очно-заочная |
| Раздел 1. Строение атома. Развитие представлений о строении атома. Состав атомных ядер. Радиоактивность. | 30           | 26           | 10   | 5            | 9                         | 9            | 19    | 14           | 11  | 12           |

|   |     |     |    |    |    |    |     |     |    |    |
|---|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|
| Атомные модели<br>Квантовые числа и<br>распределение<br>электронов по уровням,<br>подуровням.   |     |     |    |    |    |    |     |     |    |    |
| Раздел 2. Основные<br>характеристики атомов.<br>Радиусы атомов и<br>ионов. Изменение<br>атомных и ионных<br>радиусов по периодам<br>и группам<br>периодической<br>системы. Эффекты d и f<br>сжатия. Потенциалы<br>ионизации, сродство к<br>электрону,<br>электроотрицательность.  | 42  | 42  | 12 | 7  | 5  | 5  | 19* | 14* | 23 | 28 |
| Раздел 3. Химическая<br>связь и валентность.<br>Механизм образования<br>химической связи.<br>Насыщаемость и<br>направленность<br>химической связи.<br>Квантово-механическая<br>трактовка. Типы<br>химической связи.<br>Валентность.<br>Количественные<br>характеристики<br>химических связей.<br>Гибридизация атомных<br>орбиталей. Метод<br>Гиллеспи. Теория<br>молекулярных<br>орбиталей. Химическая<br>связь в комплексных<br>соединениях. | 37  | 37  | 14 | 9  | 9  | 9  | 23  | 18  | 14 | 19 |
| Раздел 4. Строение<br>вещества. Молекула и<br>молекулярные<br>параметры.<br>Межмолекулярные<br>взаимодействия.<br>Конденсированные<br>системы, их свойства и<br>строение. Ионные<br>кристаллы.<br>Металлическая связь.<br>Плотнейшие упаковки.<br>Молекулярные<br>кристаллы. Жидкое<br>состояние вещества.  | 35  | 39  | 12 | 11 | 9  | 9  | 21  | 20  | 14 | 19 |
| Всего   | 144 | 144 | 48 | 32 | 32 | 32 | 82  | 66  | 62 | 78 |
| Контроль  | 36  | 36  |    |    |    |    |     |     |    |    |
| Итого   | 180 | 180 |    |    |    |    |     |     |    |    |

\*-с учетом КСРИФ 2 часа

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в виде комплексного экзамена в письменной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса и решении практических задач.

### **3.3. Содержание разделов дисциплины**

#### **3.3.1.Строение атома**

Развитие представлений о строении атома. Строение атомного ядра. Методы исследования состава и строения атомных ядер. Состав атомных ядер. Протонно-нейтронная теория строения ядра. Характеристика нуклонов ядра. Взаимные превращения нуклонов. Энергия связи ядра. Дефект массы. Природа ядерных сил. Заряд ядра. Массы атомных ядер, массовые числа, размеры атомных ядер. Изотопы, изобары, нуклиды. Устойчивость атомных ядер и их систематика. Причины нестабильности атомных ядер. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Дифференциальная и интегральная формы. Период полураспада, константа распада, графическое изображение закона радиоактивного распада.  $\alpha$ - и  $\beta$ -распад, гамма-излучение. Энергетические условия радиоактивного распада, спектры, взаимодействие с веществом. Радиоактивные семейства: семейства урана-238, урана-235, тория-232. Радиоактивные элементы в природе. Атомные модели. Волновая теория строения атома. Двойственная природа электрона. Принцип неопределенности. Понятия об электронном облаке. Электронная плотность. Радиальное распределение электронной плотности около ядра атома водорода в основном и возбужденном состояниях. Понятие о радиусе атома. Квантовые числа как характеристики состояния электрона в атоме. s-, p-, d-, f-электроны и распределение их электронной плотности около ядра атома. Понятия энергетического уровня, подуровня, электронного слоя, электронной оболочки, атомной орбитали (АО). Порядок заполнения электронных оболочек и их ёмкость. Правило Паули, правило Хунда, правило Клечковского. Строение электронных оболочек атомов.

#### **3.3.2. Основные характеристики атомов.**

Периодичность свойств атомов. Радиусы атомов и ионов. Ковалентные и металлические радиусы. Эффективные и орбитальные радиусы. Ван-дер-Ваальсовы радиусы. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам периодической системы. Эффекты d- и f-сжатия. Потенциалы ионизации, сродство к электрону, электроотрицательностей по Полингу, Малликену, Олреду-Рохову, Гордии. Переменная электроотрицательность.

#### **3.3.3. Химическая связь и валентность**

Современные представления о химической связи. Основные особенности химического взаимодействия и механизм образования химической связи. Насыщаемость и направленность химической связи. Квантово-механическая трактовка механизма образования химической связи. Основные типы химической связи: ковалентная, ионная, металлическая. Модельные представления о природе химического взаимодействия. Теория валентных связей (ВС). Донорно-акцепторная связь. Многоцентровая связь. Валентность. История развития постоянной валентности. Валентность с позиции метода ВС. Постоянная и переменная валентности. Валентность и степень окисления атомов в соединениях. Координационное число химически связанного атома, как характеристика, дополняющая валентность. Понятие о валентной и координационной насыщенности. Одинарные и кратные связи.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи их относительная устойчивость. Количественная характеристика

химических связей. Порядок связи, энергия связи, длина связи, валентный угол. Понятие о эффективном заряде на химически связанном атоме. Дипольный момент связи. Дипольный момент многоатомной молекулы. Поляризация химических связей. Трактовка полярных связей с позиции модели поляризующихся ионов. Понятие о гибридизации атомных орбиталей. Гибридизация с участием неподеленных электронных пар. Пространственное строение гибридных орбиталей пространственная конфигурация химических соединений с позиции метода ВС. Локализованные и делокализованные связи. Трех- и многоцентровые связи. Методы отталкивания электронных пар. Постулаты Гиллеспи. Пространственная конфигурация молекул и химических соединений с позиции метода отталкивания электронных пар. Теория молекулярных орбиталей (МО). Основы положения теории МО. Энергетические диаграммы, связывающая и разрыхляющая МО. Порядок связи в теории МО. Сравнение теорий ВС и МО. Химическая связь в комплексных соединениях. Донорно-акцепторная, дативная и координационная связи. Образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи в комплексных соединениях. Квантово-механические методы трактовки природы химической связи в комплексных соединениях. Понятие о теории кристаллического поля, теории поля лигандов. Пространственная конфигурация комплексов.

### **3.3.4.Строение вещества**

Понятие о веществе с позиций химической науки. Развитие генезиса атом – молекула – макровещество. Агрегатное состояние вещества: твердое, жидкое, газообразное, плазма. Молекула как одна из основных форм существования вещества. Молекулярные параметры: длина связи, валентные углы, силовая постоянная связи, симметрия молекул. Электрические и магнитные свойства молекул. Межмолекулярные взаимодействия. Эффект Дебая, Кезома, Лондона. Факторы, определяющие энергию межмолекулярного взаимодействия. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Водородная связь. Природа водородной связи. Методы МО и ВС в описании водородной связи. Слабые и сильные водородные связи. Влияние водородной связи на свойства и строение вещества. Конденсированные системы, их свойства и строение. Взаимодействие в конденсированных системах. Твердые вещества и их классификация по типу связи. Ковалентные кристаллы, их строение. Роль современных теорий химической связи в изучении строения ковалентных кристаллов. Метод локализованных орбиталей. Зонная теория строения ковалентных кристаллов. Блоховские функции. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости и полная зонная структура. Электрофизические свойства ковалентных кристаллов. Полупроводники и диэлектрики. Ионные кристаллы. Особенности ионной связи и их проявление в строении и свойствах ионных кристаллов. Электростатические модели ионных кристаллов. Модель сферических ионов. Уравнение Борна. Модель с частично поляризующими ионами. Ненасыщаемость ионной связи. Энергия ионных кристаллов и методы её определения. Металлы, металлическая связь. Теория строения металлов. Модель свободного электрона. Зонная теория электронного строения металлов. Особенности металлической связи. Плотнейшие упаковки. Молекулярные кристаллы. Применение зонной теории для объяснения электрических и оптических свойств молекулярных кристаллов. Геометрическая модель. Межмолекулярные радиусы. Коэффициент упаковки. Энергия кристаллической решетки как функция параметров решетки. Жидкое состояние вещества. Взаимодействия в жидкости. Дальнодействующие и близкодействующие взаимодействия. Сольватация. Строение жидких фаз. Ассоциаты и комплексы. Свойства жидкости как функция свойств элементов её составляющих.

## **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**



Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и контрольным работам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Собеседование
- Контрольная работа «Строение атома. Радиоактивность»
- Контрольные работы «Метод Гиллеспи. Теория молекулярных орбиталей»

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

#### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций  |  |  |   |   |  |   |
|--|--|--|--|---|---|--|---|
|  | плохо  | неудовлетворительно  | удовлетворительно  | хорошо  | очень хорошо  | отлично  | превосходно   |
|  | Не зачтено   |  | зачтено  |   |   |  |   |
| <u>Знания</u>  | Отсутствие знаний теоретического материала.<br><br>Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований.<br>Имели место грубые ошибки.                              | Минимально допустимый уровень знаний.<br>Допущено много негрубых ошибок.   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько негрубых ошибок  | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.<br>Допущено несколько несущественных ошибок                                    | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.   | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.  |
| <u>Умения</u>  | Отсутствие минимальных умений .<br>Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа                 | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.<br><br>Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения.<br>Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.<br>Выполнены все задания но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения.<br>Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.<br>Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения.<br>Решены все основные задачи .<br>Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения.,<br>Решены все основные задачи.<br>Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |

|               |  |  |   |   |   |   |   |
|---------------|--|--|---|---|---|---|---|
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |
|---------------|--|--|---|---|---|---|---|

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 1 семестре для очной и очно-заочной форм обучения проводится в письменной форме в виде ответа обучающегося на вопросы курса, решении практических задач.

## 6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 6.2.1. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции

*Примерный перечень вопросов (контрольная работа) для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-3, ОПК-4:*

#### ОПК-3:

1. Для нуклида  $^{98}\text{Sr}$  определить: а) число протонов и нейтронов в его составе, б) дефект массы (в а.е.м.), в) энергию связи в расчете на один нуклон (в МэВ). Масса атома равна 97.928 а.е.м.
2. В начальный момент времени имелся  $\beta^-$  радиоактивный нуклид  $^{22}\text{F}$ . Его начальная масса  $m_0 = 128$  грамм,  $T_{1/2} = 4,23$  секунды. Определить а) сколько грамм изотопа останется через промежуток времени, равный пяти периодам его полураспада (принять, что атомная масса изотопа (г/моль) численно равна его массовому числу, б) какой нуклид образуется в результате распада?
3. Для химических элементов Ta и At: а) написать распределение электронов по уровням, б) написать распределение электронов по подуровням, в) показать с помощью квантово-химических ячеек распределение на орбиталях подуровней четырех внешних уровней, г) для любых s, p, d, f электронов (из задания 4а) указать полный набор квантовых чисел.

#### ОПК-4:

1. С помощью теории Бора-Резерфорда рассчитать значения частоты электромагнитного излучения, соответствующей второй линии серии Бальмера в спектре водородоподобного иона  $\text{N}^{6+}$ .

2. С помощью метода Гиллеспи определить для молекул  $\text{ClF}_3$  и  $\text{NO}_2\text{-CH}_2\text{-NO}_2$ : а) конфигурацию б) оценить искажение валентных углов в) определить, полярна ли она.
3. Для частиц  $\text{B}_2$  и  $\text{O}_2$  а) показать диаграммы молекулярных орбиталей б) рассчитать кратность связи в них в) указать, какие из них диамагнитны и парамагнитны в) определить, в какой из них связь прочнее.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Глинка, Н.Л. Общая химия. в 2т. Том 1: учебник для СПО / Н.Л. Глинка. – 19-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 364 с.

Режим доступа:

<https://biblio-online.ru/viewer/FA6B1E60-683F-4337-A54B-0F4C13F6998E#page/1>

2. Ермаков, А.И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.И. Ермаков. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 183 с.

Режим доступа:

<https://biblio-online.ru/viewer/F55EE297-33DF-4B10-B7F7-E9197C0F1490#page/1>

3. Ермаков, А.И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.И. Ермаков. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 402 с.

Режим доступа:

<https://biblio-online.ru/viewer/6149CFF0-5AE4-4BC0-AA0D-6284AE6BCED3#page/1>

4. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. В 2 кн. Книга 1: учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; под ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 215 с.

Режим доступа:

<https://biblio-online.ru/viewer/71069235-761D-43CB-813C-E3E1FF3E2FA7#page/1>

б) дополнительная литература:

1. Физическая химия. В 2 кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика: Учеб. для вузов. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; под ред. К.С. Краснова – М.: Высш.шк., 2011. – 512 с., ил.
2. Шрайвер, Д. Неорганическая химия. В 2-х т. Т. 1. / Д. Шрайвер, П. Эткинс. – М.: Мир, 2004. – 679 с., ил.
3. Неорганическая химия. В 3 т. / Под ред. академика Ю.Д. Третьякова Том 1. Физико-химические основы неорганической химии. / М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков; - М: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
4. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. – М.: Мир, 2001. – 519 с., ил. (Теоретические основы химии).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

<http://chembaby.com/stroenie-veshhestva/>

<https://ocw.mit.edu/courses/>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) и электронных библиотечных системах ННГУ (<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных

органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории (лекционные с вместимостью 200 человек и семинарские с вместимостью 40 человек) для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. Лекционные аудитории (308 корп. 5, 328 корп. 2) оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Аудитория для проведения семинарских занятий (140 корп. 2) также оснащена необходимым оборудованием: стационарным мультимедийным проектором, ноутбуком с выходом в сеть Интернет, доской и мелом.

| Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы                     | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Перечень лицензионного программного обеспечения.<br>Реквизиты подтверждающего документа   |
|--|---|---|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 328 | Комплект специализированной мебели, Доска для мела ДК 11 Э 3012 (3 элемента); технические средства: проекционный экран ScreenMedia Goldview настенный, переносной мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.</li> </ul>                                   |
| Помещение для самостоятельной работы пр. Гагарина, 23, корп. 1, ауд. 205                       | Комплект специализированной мебели, персональные компьютеры , имеется выход в интернет  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows Professional 10, Лицензия № 67001233, дата выдачи 09.06.2016 г.</li> <li>• Microsoft Office MS Office Standard 2013; серверная лицензия MS SQL Server Лицензия № 65097676, дата выдачи 23.04.2015 г.</li> </ul>                  |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд.308   | Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор BenQ MP-512 DLP, ноутбук Acer Extensa 5620Z T2390                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul> |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 140  | Комплект специализированной мебели; технические средства: мультимедийный проектор Benq MP610, ноутбук Acer Aspire 5315-301G08 , переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase имеется выход в интернет | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.</li> <li>• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.</li> </ul> |

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Авторы:

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Е.В. Сулейманов

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Н.Г. Черноруков

к.х.н. \_\_\_\_\_ О.В. Крашенинникова

Рецензент

к.х.н. с.н.с. ФГУП "ФНПЦ

НИИИС им. Ю.Е. Седатова" \_\_\_\_\_ А.А. Сазонов

Заведующий кафедрой,

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Е.В. Сулейманов

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета  
от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_.